



HAL
open science

Évaluation échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance : étude rétrospective menée chez 113 chats

Bérengère Seignol

► **To cite this version:**

Bérengère Seignol. Évaluation échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance : étude rétrospective menée chez 113 chats. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04148589

HAL Id: dumas-04148589

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04148589>

Submitted on 3 Jul 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Oniris - Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, Agroalimentaire et de l'Alimentation

ANNEE 2023 - Thèse n°13

Evaluation échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance : étude rétrospective menée chez 113 chats

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue
publiquement devant l'UFR de
Médecine de l'Université de
Nantes

le 15/06/2023

par

Bérengère SEIGNOL

Sous la direction de
Nora BOUHSINA

Président du jury : Monsieur Jean – Marie BACH, Professeur à ONIRIS, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation de Nantes

Membres du jury :

Rapporteur : Madame Nora BOUHSINA, Maître de conférence à ONIRIS, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation de Nantes

Assesseur : Madame Amandine DRUT, Maître de conférence à ONIRIS, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation de Nantes

ONIRIS - ECOLE NATIONALE
VÉTÉRINAIRE, AGROALIMENTAIRE ET
DE L'ALIMENTATION

Site de la
Chantrerie Route
de Gachet 44307
Nantes Cédex 3





Oniris - Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, Agroalimentaire et de l'Alimentation

ANNEE 2023 - Thèse n°13

Evaluation échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance : étude rétrospective menée chez 113 chats

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue
publiquement devant l'UFR de
Médecine de l'Université de
Nantes

le 15/06/2023

par

Bérengère SEIGNOL

Sous la direction de
Nora BOUHSINA

Président du jury : Monsieur Jean – Marie BACH, Professeur à ONIRIS, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation de Nantes

Membres du jury :

Rapporteur : Madame Nora BOUHSINA, Maître de conférence à ONIRIS, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation de Nantes

Assesseur : Madame Amandine DRUT, Maître de conférence à ONIRIS, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation de Nantes

ONIRIS - ECOLE NATIONALE
VÉTÉRINAIRE, AGROALIMENTAIRE ET
DE L'ALIMENTATION

Site de la
Chantrerie Route
de Gachet 44307
Nantes Cédex 3



Département BPSA Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment		
Responsable : Emmanuel JAFFRES – Adjointe : Frédérique NGUYEN		
Nutrition et Endocrinologie		
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Yassine MALLEM (Pr) Hervé POULIQUEN (Pr)	Antoine ROSTANG (MC) Meg-Anne MORICEAU (CERC) Martine KAMMERER (PR émérite)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Jean-Marie BACH (Pr) Lionel MARTIGNAT (Pr) Grégoire MIGNOT (MC) Julie HERVE (MC HDR)	Solenn GAVAUD (CERC)
Histologie et anatomie pathologique	Marie-Anne COLLE (Pr) Jérôme ABADIE (MC)	Lactitia JAILLARDON (MC) Frédérique NGUYEN (MC)
Pathologie générale, microbiologie et immunologie		
Biochimie alimentaire industrielle	Carole PROST (Pr) Joëlle GRUA (MC)	Clément CATANEO (MC) Alix KHALIL (MC) Laurent LE THUAUT (MC)
Microbiotech	Hervé PREVOST (Pr) Géraldine BOUE (MC) Nabila HADDAD (MC) Emmanuel JAFFRES (MC)	Mathilde MOSSER (MC) Boris MISERY (MC) Raouf TAREB (MC) Quentin PRUVOST (CEC)
PACENV = VET1	Eléonore BOUGUYON (PRAG) Nicolas BROSSAUD (PRAG)	
Département SAESP Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique		
Responsable : Raphaël GUATTEO – Adjoint : Jean-Michel CAPPELIER		
Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie BAREILLE (Pr) François BEAUDEAU (Pr) Christine FOURICHON (Pr) Lucile MARTIN (Pr)	Juan Manuel ARIZA CHACON (MC) Ségolène CALVEZ (MC HDR) Aurélien MADOUASSE (MC) Nora NAVARRO-GONZALES (MC)
Infectiologie	Alain CHAUVIN (Pr) François MEURENS (Pr) Emmanuelle MOREAU (Pr) Nathalie RUVOEN-CLOUET (Pr)	Albert AGOULON (MC) Suzanne BASTIAN (MC) Léa LOISEL (AERC) Kenny OBERLE (MC) Nadine RAVINET (MC)
Médecine des animaux d'élevage	Catherine BELLOC (Pr) Christophe CHARTIER (Pr) Raphaël GUATTEO (Pr) Anne RELUN (MC)	Sébastien ASSIE (MC) Isabelle BREYTON (MC) Mily LEBLANC MARIDOR (MC) Maud ROUAULT (AERC)
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel CAPPELIER (Pr) Louis DELAUNAY (CERC) Bruno LE BIZEC (Pr) Marie-France PILET (Pr)	Fanny RENOIS-MEURENS (MC HDR) Sofia STRUBBIA (MC)

Département DSC Sciences cliniques		
Responsable : Catherine IBISCH – Adjoint : Marion FUSELLIER		
Anatomie comparée	Eric BETTI (MC) Claude GUINTARD (MC) Margarida RIBEIRO DA SILVA NEUNLIST (MC)	
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric AGUADO (Pr) Olivier GAUTHIER (Pr) Eric GOYENVALLE (MC HDR)	Pierre MAITRE (MC) Caroline TESSIER (MC) Gwénola TOUZOT-JOURDE (MC) Claire DEFOURMSTRAUX (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Jacques GUILLOT (Pr) Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass)	Sabrina VIEU (AERC)
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Anne COUROUCE (Pr) Jack-Yves DESCHAMPS (Pr) Françoise ROUX (Pr) Juan HERNANDEZ-RODRIGUEZ (Pr Ass) Nora BOUHSINA (MC)	Nicolas CHOUIN (MC) Amandine DRUT (MC) Marion FUSELLIER-TESSON (MCHDR) Catherine IBISCH (MC) Aurélia LEROUX (MC) Odile SENECAT (MC)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Jean-François BRUYAS (Pr) François FIENI (Pr)	Djemil BENCHARIF (Pr) Lamia BRIAND (MC HDR)
Département GPA Génie des procédés alimentaires		
Responsable : Sébastien CURET-PLOQUIN – Adjointe : Vanessa JURY		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Sébastien CURET-PLOQUIN (Pr) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr)	Alain LEBAIL (Pr) Olivier ROUAUD (Pr) Kévin CROUVISIER-URION (MC) Vanessa JURY (MC HDR) Emilie KORBEL (MC)	Jean-Yves MONTEAU (MC HDR) Eve-Anne NORWOOD (MC) Raphaël PORYLES (MC) Laurence POTTIER (MC) Cyril TOUBLANC (MC)
PAC-ING	Cyril Gaillard (PCEA)	
Département MSC Management, statistiques et communication		
Responsable : Samira ROUSSELIERE – Adjointe : Véronique CARIOU		
Mathématiques, statistiques, informatique	El Mostafa QANNARI (Pr émérite) Chantal THORIN (Pr Ag) Evelyne VIGNEAU (Pr)	Véronique CARIOU (Pr) Benjamin MAHIEU (MC) Michel SEMENOU (MC)
Economie, gestion, législation	Jean-Marc FERRANDI (Pr) Pascal BARILLOT (MC) Ibrahima BARRY (MC) Florence BEAUGRAND (MC)	Sibylle DUCHAINE (MC) Sonia MAHJOUB (MC) Samira ROUSSELIERE (MC) Christophe PAPINEAU (Ens.Cont.)
Langues et communication	Marc BRIDOU (PLPA) David GUYLER (Ens. Cont.) Nathalie GOODENOUGH (PCEA) Patricia JOSSE (Ens. Cont.)	Shaun MEEHAN (Ens. Cont.) Linda MORRIS (PCEA) Ian NICHOLSON (ENS. Cont.)

Pr Ag : Professeur Agrégé, Pr : Professeur, MC : Maître de Conférence, MCC : MC contractuel, PLPA : Professeur Lycée Professionnel Agricole, PCEA : Professeur Certifié Enseignement Agricole, HDR : Habilité à Diriger des Recherches, CERC : Chargé d'Enseignement et de Recherche Contractuel, Ens.Cont. : Enseignant Contractuel

La reproduction d'extraits de cette thèse est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra donc être citée en incluant les éléments bibliographiques suivants :

- Nom et prénoms de l'auteur : Bérengère Seignol
- Année de soutenance : 2023
- Titre de la thèse : Evaluation échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance : étude rétrospective menée chez 113 chats
- Intitulé du diplôme : Thèse de doctorat vétérinaire
- Université de soutenance : Faculté de Médecine de Nantes
- Ecole de soutenance : Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique
- Nombre de pages : 84 p.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES	9
TABLE DES TABLEAUX :	13
TABLE DES ABREVIATIONS :	15
INTRODUCTION	17
PREMIERE PARTIE : LES GLANDES SURRENALES CHEZ LE CHAT ET LEUR APPROCHE ECHOGRAPHIQUE.....	19
I. Généralités sur les glandes surrénales du chat :.....	20
a. Anatomie et histologie des glandes surrénales.....	20
i. Topographie et organes en rapport	20
ii. Caractéristiques anatomiques et histologiques	20
iii. Vascularisation, innervation et drainage lymphatique.....	23
b. Physiologie des glandes surrénales	25
i. L'activité sécrétoire de la zone glomérulée du cortex surrénalien	25
ii. L'activité sécrétoire de la zone fasciculée et réticulée du cortex surrénalien	26
iii. L'activité sécrétoire de la médulla surrénalienne	29
c. Les principales affections des glandes surrénales en médecine féline.....	30
i. Les anomalies de développement.....	30
ii. L'hypocorticisme.....	30
iii. Modification de la taille des glandes surrénales associée à une maladie concomitante	31
iv. Autres étiologies des glandes surrénales du chat.....	31
v. Le cas particulier des incidentalomes.....	33
II. Evaluation des glandes surrénales dans l'espèce féline	34
a. L'imagerie médicale des glandes surrénales.....	34
i. La radiographie.....	34
ii. L'échographie.....	34
iii. Le scanner	36
iv. L'imagerie par résonance magnétique (IRM).....	37
v. La scintigraphie	38
b. Rappels des principes physiques de l'échographie	39
c. Abord échographique des glandes surrénales chez le chat	40
d. Aspect échographique des glandes surrénales	44
i. Forme, échogénicité.....	44

ii.	Taille des glandes surrénales à l'échographie	45
DEUXIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE.....		49
I.	Objectif de l'étude.....	50
II.	Matériels et Méthodes	50
a.	Les critères d'inclusion et d'exclusion.....	50
i.	Les critères d'inclusion.....	50
ii.	Les critères d'exclusion	50
b.	Modalités de récolte des données et des mesures	51
i.	Les données des patients.....	51
ii.	Les données échographiques	51
c.	Tests Statistiques	52
III.	Description de la population étudiée	53
a.	Répartition de la population suivant le sexe et le statut de stérilisation des individus	53
b.	Répartition de la population suivant l'âge des individus	53
c.	Répartition de la population en fonction de la race des individus	54
d.	Répartition de la population suivant le poids et la note d'état corporel des individus.....	55
e.	Répartition de la population suivant le mode d'évolution de l'affection ayant menée à un examen échographique de l'abdomen.	56
IV.	Résultats des données échographiques.....	57
a.	Statistiques descriptives	57
i.	Epaisseur maximale des glandes surrénales droite et gauche.....	57
ii.	Longueur maximum des glandes surrénales droite et gauche	58
b.	Analyses statistiques.	60
i.	Comparaison des mesures réalisées sur les glandes surrénales droite et gauche	60
ii.	Etude de la variabilité de la taille des glandes surrénales sous l'influence de divers facteurs 60	
iii.	Mesures de référence de l'étude	68
TROISIEME PARTIE : DISCUSSION.....		71
I.	Synthèse des résultats de l'étude et comparaison à la littérature	72
II.	Difficultés et biais rencontrés au cours de l'étude	73
a.	Mode de recrutement.....	73
b.	Examen échographique	73
III.	Perspectives possibles	74
CONCLUSION.....		75
BIBLIOGRAPHIE		77

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1: TOPOGRAPHIE ET ORGANES EN RAPPORT AVEC LES GLANDES SURRENALES D'APRES EVANS, MILLER (2013).....	20
FIGURE 2 : COUPE LONGITUDINALE D'UNE GLANDE SURRENALE, COLORATION HE D'APRES AKERS, DENBOW (2014).....	21
FIGURE 3: HISTOLOGIE DE LA ZONE GLOMERULEE, COLORATION HE D'APRES AKERS, DENBOW (2014)	22
FIGURE 4 : HISTOLOGIE DE LA ZONE FASCICULEE, COLORATION HE D'APRES AKERS, DENBOW (2014).....	22
FIGURE 5 : HISTOLOGIE DE LA ZONE RETICULEE, COLORATION HE D'APRES AKERS, DENBOW (2014).....	23
FIGURE 6 : VASCULARISATION DES GLANDES SURRENALES CHEZ LES CARNIVORES D'APRES BARONE (2021) ET EVANS, MILLER (2013).....	24
FIGURE 7 : BIOSYNTHESE DES HORMONES STEROÏDIENS PAR LA GLANDE SURRENALE D'APRES AKERS, DENBOW (2014); KLEIN (2013) ; (MINERALOCORTICOÏDE *, GLUCOCORTICOÏDE **, ANDROGENE +, ŒSTROGENE ++).....	25
FIGURE 8 : SYSTEME RENINE ANGIOTENSINE, REGULATION DE LA SECRETION DE L'ALDOSTERONE D'APRES AKERS, DENBOW (2014); KLEIN (2013)	26
FIGURE 9 : REGULATION DE LA SYNTHÈSE DU CORTISOL PAR L'ACTH D'APRES NORRIS, CARR (2021); KLEIN (2013).....	27
FIGURE 10 : CLICHE RADIOGRAPHIQUE EN VUE LATÉRALE DE GLANDES SURRENALES CALCIFIÉES D'APRES MATTOON, SELTON, BERRY (2021).....	34
FIGURE 11 : IMAGE ECHOGRAPHIE DOPPLER D'UNE INVASION LOCALE DE LA VEINE CAVE CAUDALE D'APRES MATTOON, SELTON, BERRY (2021).....	35
FIGURE 12 : VISUALISATION DE LA GLANDE SURRENALE GAUCHE CHEZ UN CHAT EN COUPE LONGITUDINALE AU SCANNER.....	37
FIGURE 13 : VISUALISATION DE LA GLANDE SURRENALE GAUCHE D'UN CHAT EN COUPE LONGITUDINALE A L'IRM.....	38
FIGURE 14 : PHENOMENE DE REFLEXION ET REFRACTION DES ONDES ULTRASONORES D'APRES CHETBOUL (2005).....	39
FIGURE 15 : UTILISATION DU MODE DOPPLER POUR DIFFERENCIER LA GLANDE SURRENALE DES VAISSEAUX ENVIRONNANT.....	40
FIGURE 16 : COUPE TRANSVERSALE DE LA GLANDE SURRENALE GAUCHE D'UN CHAT A L'ECHOGRAPHIE D'APRES PENNINCK, ANJOU (2015)(AO : AORTE, CA : ARTERE CŒLIAQUE, CMA : ARTERE MESENTERIQUE CRANIALE, CVC : VEINE CAVE CAUDALE, L ADRENAL : GLANDE SURRENALE GAUCHE, LK : REIN GAUCHE).....	41
FIGURE 17 : COUPE LONGITUDINALE D'UNE GLANDE SURRENALE GAUCHE AVEC VISUALISATION DES REPERES ANATOMIQUES	42
FIGURE 18 : COUPE TRANSVERSALE DE LA GLANDE SURRENALE DROITE D'UN CHAT A L'ECHOGRAPHIE D'APRES PENNINCK, ANJOU (2015) (AO : AORTE, CVC : VEINE CAVE CAUDALE, R ADRENAL : GLANDE SURRENALE DROITE, RK : REIN DROIT)	43
FIGURE 19 : COUPE LONGITUDINALE D'UNE GLANDE SURRENALE DROITE AVEC VISUALISATION DES REPERES ANATOMIQUES	43

FIGURE 20 : IMAGE ECHOGRAPHIQUE D'UNE GLANDE SURRENALE DROITE EN COUPE SAGITTAL D'UN CHAT SAIN. BONNE VISUALISATION DES COUCHES CONCENTRIQUES D'APRES COMBES, SAUNDERS (2014).....	45
FIGURE 21 : IMAGE ECHOGRAPHIQUE D'UNE GLANDE SURRENALE D'UN CHAT (7,5 MHZ, MODE BD), ILLUSTRATION D'UNE MESURE DE LA LONGUEUR (1) ET DE L'EPAISSEUR (2) D'APRES SANTOS, MAMPRIM, SARTOR (2013).....	46
FIGURE 22 : MESURE DE LA LONGUEUR (1) ET DE L'EPAISSEUR MAXIMALE (2) SUR UNE COUPE SAGITTALE D'UNE GLANDE SURRENALE DROITE.....	52
FIGURE 23 : MESURE DE LA LONGUEUR (1) ET DE L'EPAISSEUR MAXIMALE (2) SUR UNE COUPE SAGITTALE D'UNE GLANDE SURRENALE GAUCHE.....	52
FIGURE 24 : REPARTITION DE LA POPULATION EN FONCTION DU SEXE ET DU STATUT DE STERILISATION DES INDIVIDUS.....	53
FIGURE 25 : REPARTITION DE LA POPULATION EN FONCTION DE L'AGE DES INDIVIDUS.....	54
FIGURE 26 : REPARTITION DE LA POPULATION EN FONCTION DE LA LIGNEE RACIALE DES INDIVIDUS.....	54
FIGURE 27 : REPARTITION DE LA POPULATION ETUDIEE EN FONCTION DU POIDS DES INDIVIDUS.....	55
FIGURE 28 : REPARTITION DE LA POPULATION ETUDIEE EN FONCTION DE LA NOTE D'ETAT CORPOREL DES INDIVIDUS.....	55
FIGURE 29: REPARTITION DE LA POPULATION ETUDIEE EN FONCTION DU MODE D'EVOLUTION DE L'AFFECTION AYANT MENE A L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE ET LEUR CLASSE D'AGE DES INDIVIDUS.....	56
FIGURE 30 : BOX – PLOT DE L'EPAISSEUR MAXIMALE DE LA GLANDE SURRENALE DROITE EN COUPE SAGITTALE A L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE.....	57
FIGURE 31 : BOX – PLOT DE L'EPAISSEUR MAXIMALE DE LA GLANDE SURRENALE GAUCHE EN COUPE SAGITTALE A L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE.....	58
FIGURE 32 : BOX – PLOT DE LA LONGUEUR DE LA GLANDE SURRENALE DROITE EN COUPE SAGITTALE A L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE.....	58
FIGURE 33 : BOX – PLOT DE LA LONGUEUR DE LA GLANDE SURRENALE GAUCHE EN COUPE SAGITTALE A L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE.....	59
FIGURE 34 : RESULTATS DU TEST DE TUKEY CONCERNANT L'INFLUENCE DU SEXE DE L'INDIVIDU SUR L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES AVEC UN INTERVALLE DE CONFIANCE DE 95%.....	62
FIGURE 35 : MOYENNES ESTIMEES DE L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES SUIVANT LE SEXE DE L'INDIVIDU.....	62
FIGURE 36: RESULTATS DU TEST DE TUKEY CONCERNANT L'INFLUENCE DE LA NOTE D'ETAT CORPOREL SUR L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES AVEC UN INTERVALLE DE CONFIANCE DE 95%.....	63
FIGURE 37 : RESULTATS DU TEST DE TUKEY CONCERNANT L'INFLUENCE DU MODE D'EVOLUTION DE L'AFFECTION DE L'INDIVIDU SUR L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES AVEC UN INTERVALLE DE CONFIANCE DE 95%.....	64
FIGURE 38 : MOYENNES ESTIMEES DE L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES SUIVANT LE MODE D'EVOLUTION AIGUE OU CHRONIQUE D'UNE AFFECTION.....	64
FIGURE 39 : RESULTATS DU TEST DE REGWQ CONCERNANT L'INFLUENCE DE L'AGE DE L'INDIVIDU SUR L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES AVEC UN INTERVALLE DE CONFIANCE DE 95%.....	65
FIGURE 40 : RESULTATS DU TEST DE REGWQ CONCERNANT L'INFLUENCE DE L'AGE DE L'INDIVIDU SUR LA LONGUEUR DES GLANDES SURRENALES AVEC UN INTERVALLE DE CONFIANCE DE 95%.....	65

FIGURE 41 : RESULTATS DU TEST DE TUKEY CONCERNANT L'INFLUENCE DU SEXE SUR L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES AVEC UN INTERVALLE DE CONFIANCE DE 95% AU SEIN DES INDIVIDUS AYANT UNE AFFECTION D'EVOLUTION AIGUË.	66
FIGURE 42: MOYENNES ESTIMEES DE L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES SUIVANT LE SEXE AU SEIN DES INDIVIDUS AYANT UNE AFFECTION D'EVOLUTION AIGUE.....	66
FIGURE 43 : RESULTATS DU TEST DE TUKEY CONCERNANT L'INFLUENCE DU SEXE SUR L'EPAISSEUR MAXIMALE DES GLANDES SURRENALES AVEC UN INTERVALLE DE CONFIANCE DE 95% AU SEIN DES INDIVIDUS AYANT UNE AFFECTION D'EVOLUTION CHRONIQUE.....	67

TABLE DES TABLEAUX :

TABLEAU I : PRINCIPAUX EFFETS BIOLOGIQUES DES CATECHOLAMINES DANS L'ORGANISME D'APRES AKERS, DENBOW (2014); BARONE (2021); KINTZER (1997)	28
TABLEAU II : EFFETS BIOLOGIQUES PRINCIPAUX DES CATECHOLAMINES DANS L'ORGANISME D'APRES COMBES, SAUNDERS (2014); RIJNBERK, KOOISTRA (2010); KINTZER (1997).....	29
TABLEAU III : MESURES ECHOGRAPHIQUES DE LA TAILLE DES GLANDES SURRENALES DROITE ET GAUCHE EN COUPE SAGITTALE CHEZ DES CHATONS (MESURE EN CM, MOYENNE ET ECART TYPE SUIVANT TEST DE TUKEY, N=15) D'APRES SANTOS, MAMPRIM, SARTOR (2013)	47
TABLEAU IV : INTERVALLES DE REFERENCE DES MESURES ECHOGRAPHIQUES DE LA TAILLE DES GLANDES SURRENALES CHEZ LES CHATS DANS DIFFERENTES ETUDES D'APRES GRIFFIN (2021)....	47
TABLEAU V : COMPARAISON DES MOYENNES DES MESURES DE L'EPAISSEUR MAXIMALE ET DE LA LONGUEUR DES GLANDES SURRENALES DROITE ET GAUCHE	60
TABLEAU VI : P-VALUE DES TESTS D'ANOVA DE L'INFLUENCE DU SEXE, DE LA STERILISATION, DE LA NOTE D'ETAT CORPOREL, DU MODE D'EVOLUTION DE L'AFFECTION ET DE L'AGE	61
TABLEAU VII : MESURES REFERENCEES ET INTERVALLE DE REFERENCE DISTINCT SUIVANT LES FACTEURS D'INFLUENCE DE L'ETUDE (EN MM). (*) LES INTERVALLES CALCULES A L'AIDE D'UNE METHODE NON PARAMETRIQUE. (**) PRESENCE DE VALEUR SUSPECTE SELON LES TEST DE TUKEY.	68
TABLEAU VIII: MESURES REFERENCEES ET INTERVALLE DE REFERENCE GLOBAUX DE L'ETUDE (EN MM). (*) LES INTERVALLES CALCULES A L'AIDE D'UNE METHODE NON PARAMETRIQUE. (**) PRESENCE DE VALEUR SUSPECT SELON LES TEST DE TUKEY.	69

TABLE DES ABREVIATIONS :

ACTH : hormone adrénocorticotrope ou corticotropine

ADH : hypercorticisme surrénalo-dépendant (de l'anglais « adrenal dependent hyperadrenocorticism »)

CEUS : échographie renforcée par produit de contraste (de l'anglais « contrast-enhanced ultrasound »)

CHUV : centre hospitalier universitaire vétérinaire

CRH : corticolibérine (de l'anglais « corticotropin – releasing hormone »)

DHEA : déshydroépiandrosterone

GH : hormone de croissance

HAC : hypercorticisme

HE : hématoxyline éosine

IRM : imagerie par résonance magnétique

PDH : hypercorticisme d'origine hypophysaire (de l'anglais « pituitary dependent hyperadrenocorticism »)

TSH : Thyroestimuline (de l'anglais « thyroid stimulating hormone »)

VP : vasopressine

INTRODUCTION

La croissance se définit comme un phénomène quantitatif d'accroissement irréversible de la taille et de la masse d'un corps. Chaque organe de l'organisme se développe à un rythme qui lui est propre. L'imagerie médicale en médecine vétérinaire permet de suivre l'évolution des changements morphologiques au cours de la croissance. Chez les chats, celle-ci dure en moyenne jusqu'à l'âge d'un an.

Les glandes surrénales sont d'une importance vitale pour les chats. Ils ne peuvent survivre que 7 à 10 jours après leur ablation complète (Herlant 1978). L'étude de la pathologie surrénalienne revêt donc une grande importance.

L'évaluation échographique des glandes surrénales chez les chats adultes est bien documentée dans la littérature. Les facteurs de variation de la taille de ces organes ainsi que les valeurs de référence de leur taille sont ainsi connus dans cette population. Ce n'est cependant pas le cas pour les chats en croissance. A notre connaissance, une seule étude à ce jour s'est intéressée à la taille des glandes surrénales des chats en croissance. Elle reste cependant assez limitée et ne permet pas d'établir des valeurs de référence sur le sujet (Santos, Mamprim, Sartor 2013).

Une revue bibliographique abordera dans un premier temps les bases de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie des glandes surrénales dans l'espèce féline, nous nous intéresserons également au choix de l'examen échographique dans l'étude de la pathologie surrénalienne ainsi qu'aux connaissances actuelles de l'évaluation des images physiologiques de ces glandes chez le chat. La deuxième partie s'attachera à évaluer en échographie de manière rétrospective la taille des glandes surrénales chez les chats en croissance de moins d'un an ; ceci afin d'essayer d'établir des valeurs de référence et d'évaluer l'impact possible de certains facteurs anamnestiques et cliniques. La troisième partie fera enfin l'objet d'une discussion sur cette étude.

**PREMIERE PARTIE : LES GLANDES SURRENALES
CHEZ LE CHAT ET LEUR APPROCHE
ECHOGRAPHIQUE**

I. Généralités sur les glandes surrénales du chat :

a. Anatomie et histologie des glandes surrénales

i. Topographie et organes en rapport

Les glandes surrénales se situent dans l'espace rétropéritonéal, médio-crânialement à chaque rein en partie dorsale de l'abdomen. Elles sont entourées d'une capsule adipeuse. La glande surrénale gauche est située ventrolatérale à l'aorte et entre l'artère rénale et l'artère mésentérique crâniale. La glande surrénale droite est plus crâniale, dorsolatérale à la veine cave caudale et caudale au pilier du diaphragme droit. Dorsalement et ventralement à chaque glande, on retrouve respectivement l'artère phrénico-abdominale et la veine phrénico-abdominale (Figure 1) (Combes, Saunders 2014; Barone, Simoens 2010).

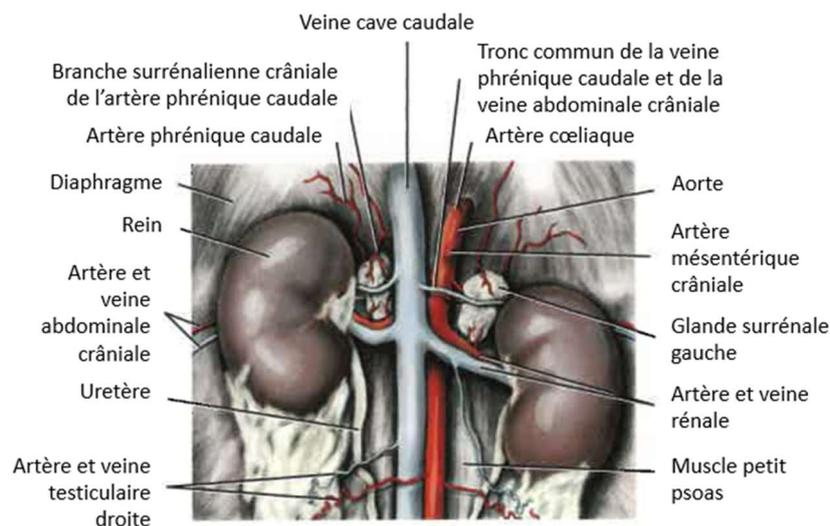


Figure 1 : Topographie et organes en rapport avec les glandes surrénales d'après Evans, Miller (2013)

ii. Caractéristiques anatomiques et histologiques

Les glandes surrénales sont une paire de glandes de forme ovale à cylindrique, allongées dans le sens crânio-caudal et aplaties dans l'axe dorso-ventral. Le contour des glandes est lisse. Elles sont de couleur jaune brunâtre. Les deux glandes ont un poids similaire chez les chats soit 0,15 g environ. Leur longueur est d'environ 1 cm pour une largeur de 0,7 cm et une épaisseur de 0,3 cm (Combes, Saunders 2014; Barone, Simoens 2010; Herlant 1978).

Histologiquement, la glande surrénale est entourée d'une fine capsule constituée d'un tissu conjonctif dense et de fibres musculaires lisses. Des trabécules y prennent leur origine en s'enfonçant variablement dans le parenchyme surrénalien. On distingue deux couches d'origine embryologique différente : en périphérie, le cortex et au centre, la médulla. Le cortex est 5 à 6 fois plus épais que la médulla (Combes, Saunders 2014; Barone, Simoens 2010; Herlant 1978).

Le cortex, externe, dérive embryologiquement du mésoderme. Le cortex présente des enclaves lipidiques, plus ou moins importantes, au sein du cytoplasme des cellules. Il présente 3 zones histologiquement distinguables, réparties en couches, de la capsule de la glande en périphérie jusqu'à la médulla interne. On retrouve la zone glomérulée, la plus externe, la zone fasciculée, médiane, et la zone réticulée, la plus interne (Figure 2). Cette zonation n'a cependant pas de limite nette (Barone, Simoens 2010; Rijnberk, Kooistra 2010; Herlant 1978).

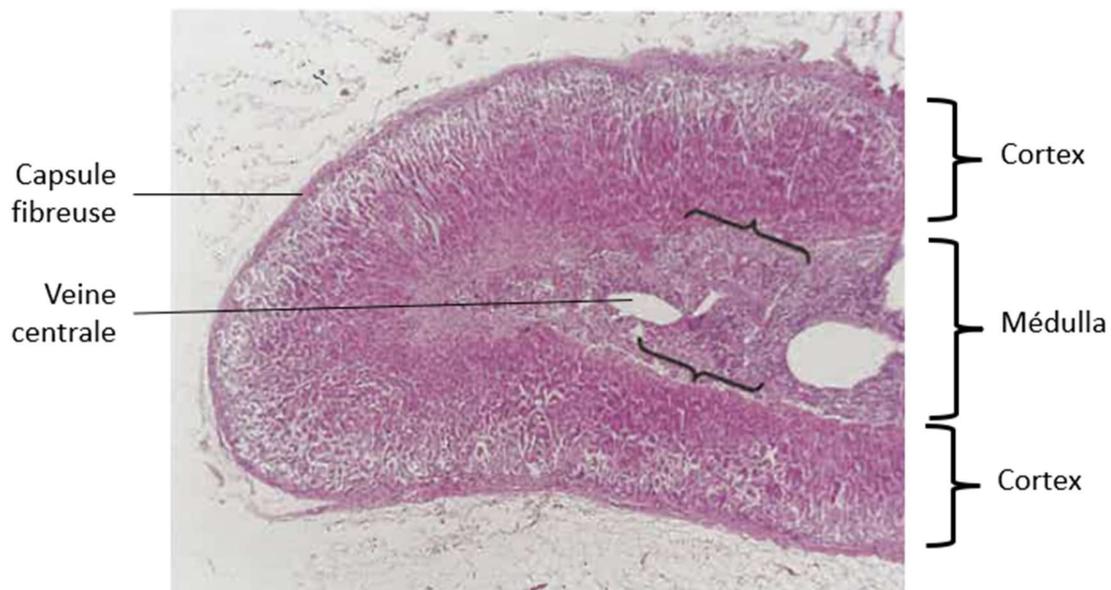


Figure 2 : Coupe longitudinale d'une glande surrénale, coloration HE d'après Akers, Denbow (2014)

La zone glomérulée est relativement mince et représente environ 15% des cellules corticales. Elle est composée de petites cellules de forme plus ou moins sphérique regroupées en amas. Leur cytoplasme est moins riche en enclaves lipidiques par rapport aux autres zones (Figure 3) (Maxie 2016; Akers, Denbow 2014; Barone, Simoens 2010; Rijnberk, Kooistra 2010; Herlant 1978).

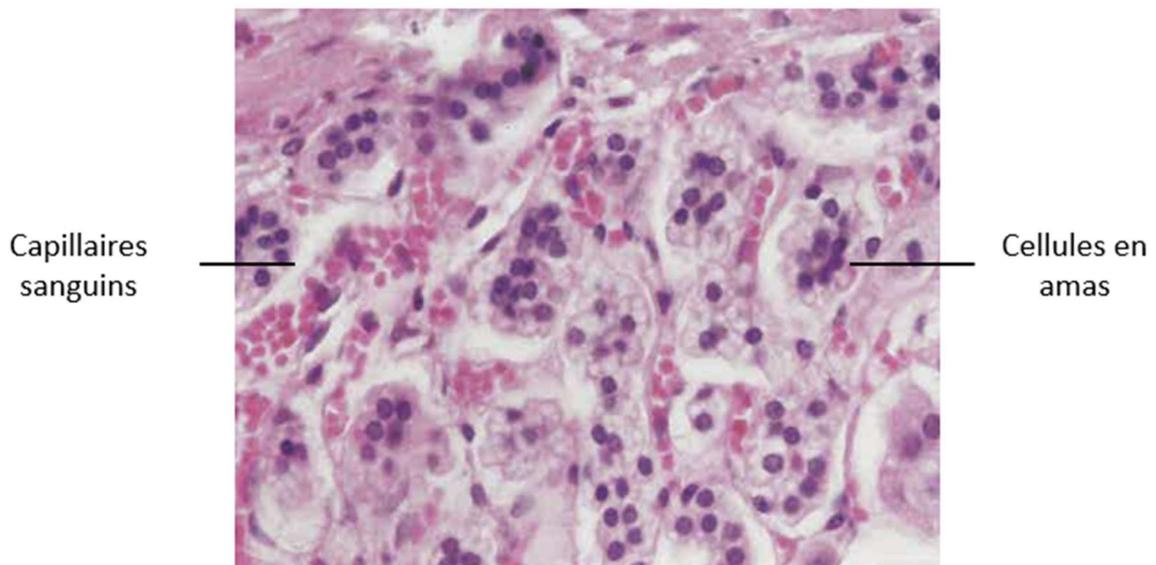


Figure 3: Histologie de la zone glomérulée, coloration HE d'après Akers, Denbow (2014)

La zone fasciculée, la plus développée, représente 70% des cellules corticales. Elle est composée de cellules à l'aspect vacuolisé par la présence abondante de lipide cytoplasmique. Elles s'organisent en colonne de deux rangées de cellules allant de la zone glomérulée à la zone réticulée. Les rangées sont séparées par des capillaires sinusoides s'enfonçant perpendiculaire à la glande (Figure 4) (Maxie 2016; Rijnberk, Kooistra 2010; Herlant 1978).

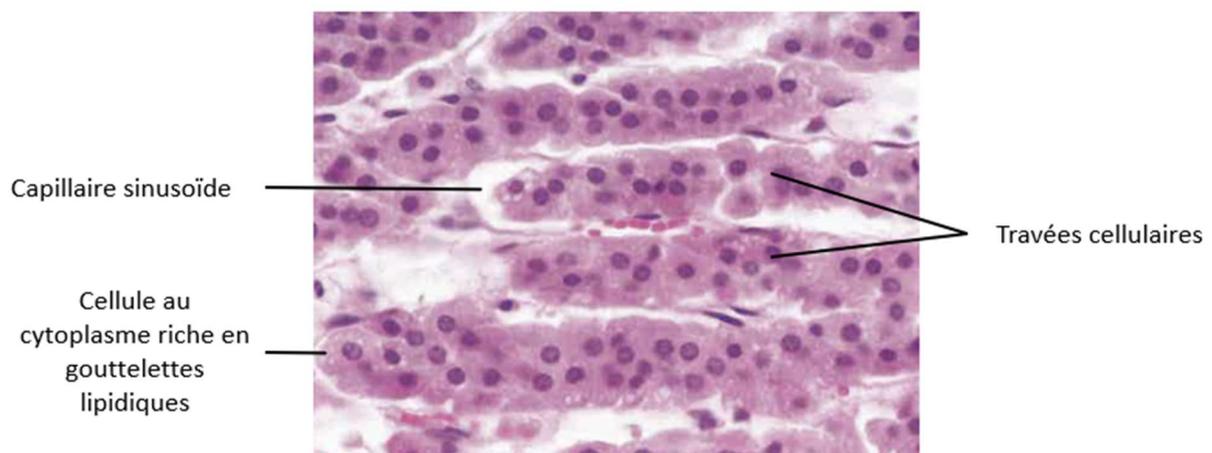


Figure 4 : Histologie de la zone fasciculée, coloration HE d'après Akers, Denbow (2014)

Enfin la zone réticulée présente 15% du cortex. Elle est composée de cellules assez compactes, au cytoplasme contenant de nombreuses granulations de type phagosome. Les cellules s'organisent en colonnes irrégulières anastomosées (Figure 5) (Maxie 2016; Rijnberk, Kooistra 2010; Herlant 1978).

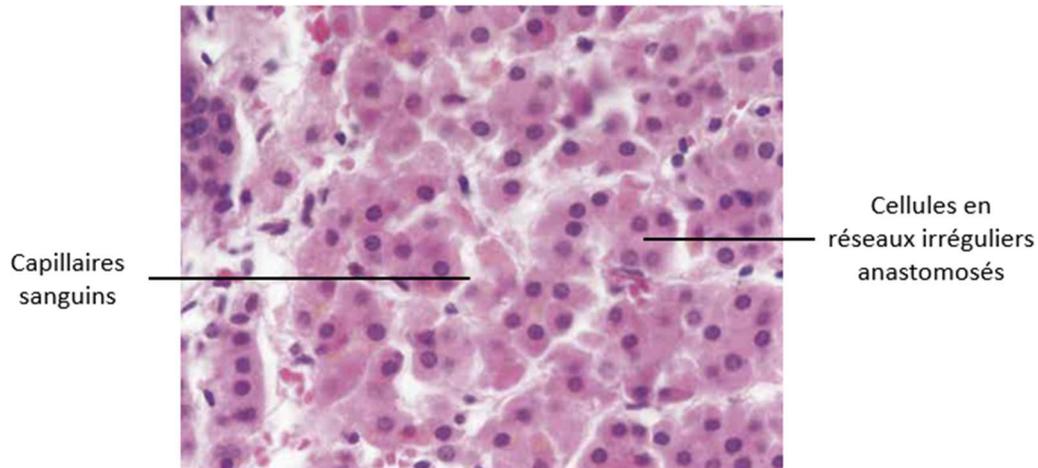


Figure 5 : Histologie de la zone réticulée, coloration HE d'après Akers, Denbow (2014)

La médulla, interne, dérive embryologiquement du tissu neuro-ectodermique, plus précisément de la crête neuronale. C'est une zone homogène dans la région centrale de la glande surrénale correspondant principalement à un tissu post-ganglionique du système nerveux autonome sympathique. Elle est composée de cellules chromaffines coalescentes. Le cytoplasme présente de fines granulations ayant une affinité élective avec le sel de chrome. Elles sont le lieu de stockage des catécholamines (Akers, Denbow 2014; Rijnberk, Kooistra 2010; Kintzer 1997; Herlant 1978).

iii. Vascularisation, innervation et drainage lymphatique

La vascularisation artérielle de chaque glande surrénale est divisée en 3 ensembles vasculaires (Figure 6) (Barone 2021; Combes, Saunders 2014; Barone, Simoens 2010) :

- Le pôle crânial reçoit le sang d'un ou plusieurs rameaux surréniaux crâniens, aussi appelés rameaux supra-rénaux crâniens, dérivant de l'artère phrénique caudale ipsilatérale.
- Le pôle caudal est irrigué par un ou plusieurs rameaux surréniaux caudaux, aussi appelés rameaux supra-rénaux caudaux, dérivant de l'artère rénale ipsilatérale.
- Enfin l'artère surrénale moyenne, un rameau de l'aorte, irrigue chaque glande correspondante. Des rameaux en provenance des deux premières artères lombaires, de l'artère cœliaque, de l'artère abdominale crâniale et de l'artère mésentérique crâniale sont également décrits.

Des artéioles corticales prennent naissance dans le plexus capsulaire pour former le plexus sous-capsulaire en cheminant de manière centripète vers la médulla. Elles se ramifient en capillaires sinusoïdes corticaux. Ces derniers s'anastomosent avec les capillaires sinusoïdes médullaires. Des sinus veineux en périphérie de la médulla forment un réseau collecteur donnant ensuite naissance aux veines surrénaliennes (Akers, Denbow 2014; Barone, Simoens 2010; Herlant 1978).

La vascularisation veineuse de chaque glande surrénale est composée d'une veine surrénale caudale, un affluent de la veine abdominale crâniale ainsi qu'une à quatre veines surrénales crâiales aboutissant dans les veines voisines. Leur paroi musculuse est importante, certainement en relation avec la capacité excrétrice de la glande (Figure 6) (Barone 2021; Akers, Denbow 2014; Combes, Saunders 2014; Barone, Simoens 2010; Herlant 1978).

Les glandes surrénales sont drainées par les nœuds lymphatiques lombo-aortiques. Certains situés au niveau du hile rénal correspondant, le long de l'artère et de la veine rénales peuvent être assimilés aux nœuds lymphatiques rénaux. Ils sont au nombre de deux à dix mais peuvent exceptionnellement atteindre le nombre de vingt. Ces nœuds lymphatiques appartiennent au lymphocentre lombaire (Barone 2021; Barone, Simoens 2010).

L'innervation des glandes surrénales prend naissance dans le plexus surrénalien. Elle est composée de fibres parasympathiques, d'origine vagale, innervant à la fois le cortex, la médulla et les vaisseaux sanguins. Des fibres sympathiques en provenance des nerfs splanchniques thoraciques innervent la zone médullaire uniquement. Cette particularité est liée à sa capacité de sécrétion des catécholamines en réponse à un stimuli nerveux (Barone, Simoens 2010; Herlant 1978).

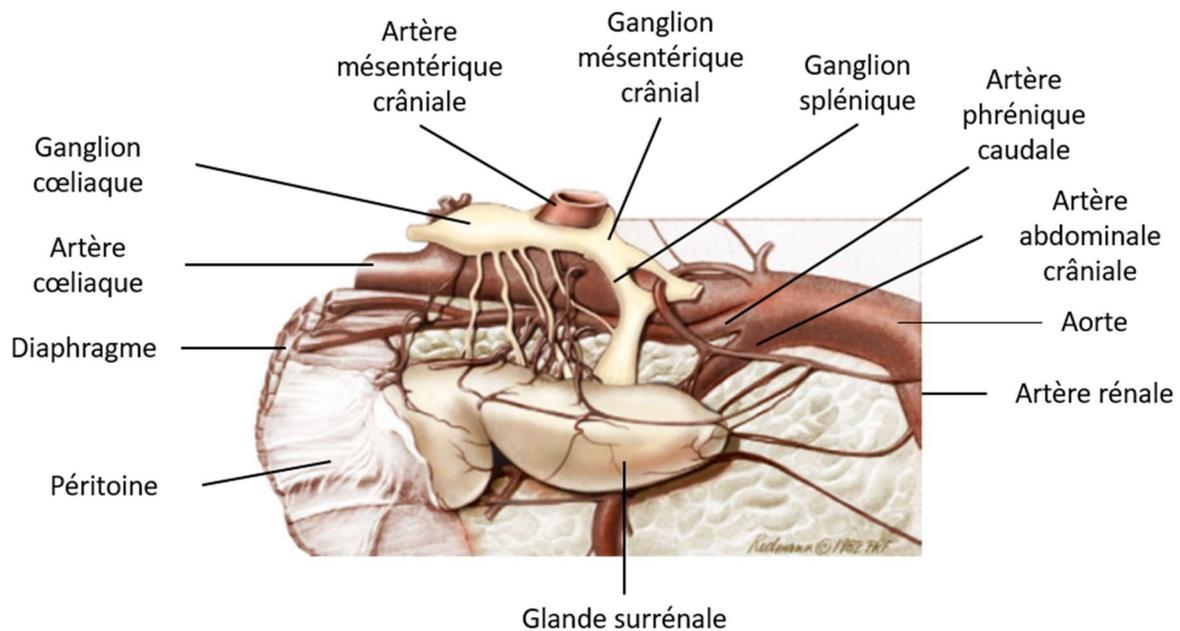
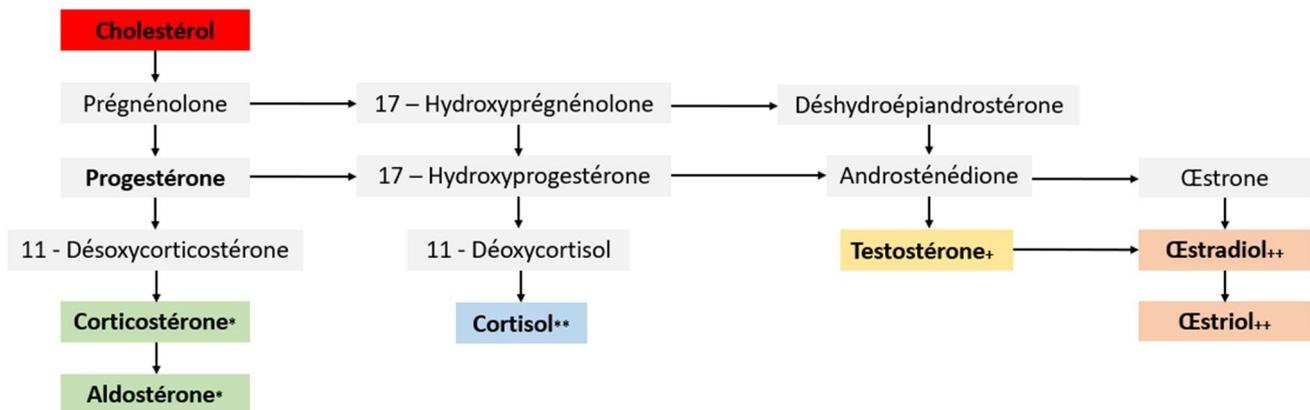


Figure 6 : Vascularisation des glandes surrénales chez les carnivores d'après Barone (2021) et Evans, Miller (2013)

b. Physiologie des glandes surrénales

Le cortex surrénalien connaît une activité sécrétoire de plusieurs molécules stéroïdiennes (Figure 7). La synthèse des hormones stéroïdiennes se fait majoritairement à partir du cholestérol voire de l'acétate. La répartition des diverses enzymes de conversion au sein du cortex correspond à la zonation histologique décrite précédemment. Ainsi, les différentes couches sont plus ou moins spécialisées dans la synthèse d'un type de molécule : La couche glomérulée (minéralocorticoïdes), la couche fasciculée (glucocorticoïdes) et la couche réticulée (glucocorticoïdes et hormones sexuelles) (Akers, Denbow 2014; Combes, Saunders 2014; Rijnberk, Kooistra 2010).



*Figure 7 : Biosynthèse des hormones stéroïdiens par la glande surrénale d'après Akers, Denbow (2014); Klein (2013) ; (Minéralocorticoïde *, Glucocorticoïde **, Androgène +, Œstrogène ++)*

i. L'activité sécrétoire de la zone glomérulée du cortex surrénalien

La zone glomérulée est à l'origine de la sécrétion des minéralocorticoïdes, principalement de l'aldostérone, et des précurseurs pour les zones suivantes (Akers, Denbow 2014; Kintzer 1997).

Trois mécanismes principaux sont impliqués dans la régulation de la sécrétion des minéralocorticoïdes. Le premier est le système rénine-angiotensine permettant le maintien de la pression artérielle par modulation de la rétention sodée et hydrique lors de phases de variation de la volémie (Figure 8). Le deuxième mécanisme intervient lors d'hyperkaliémie qui stimule la sécrétion d'aldostérone. Enfin, une libération importante d'ACTH entraîne un relargage d'aldostérone. D'autres mécanismes médiés par le peptide natriurétique ou des neurotransmetteurs sont impliqués dans des boucles de rétrocontrôle négatif (Akers, Denbow 2014; Rijnberk, Kooistra 2010).

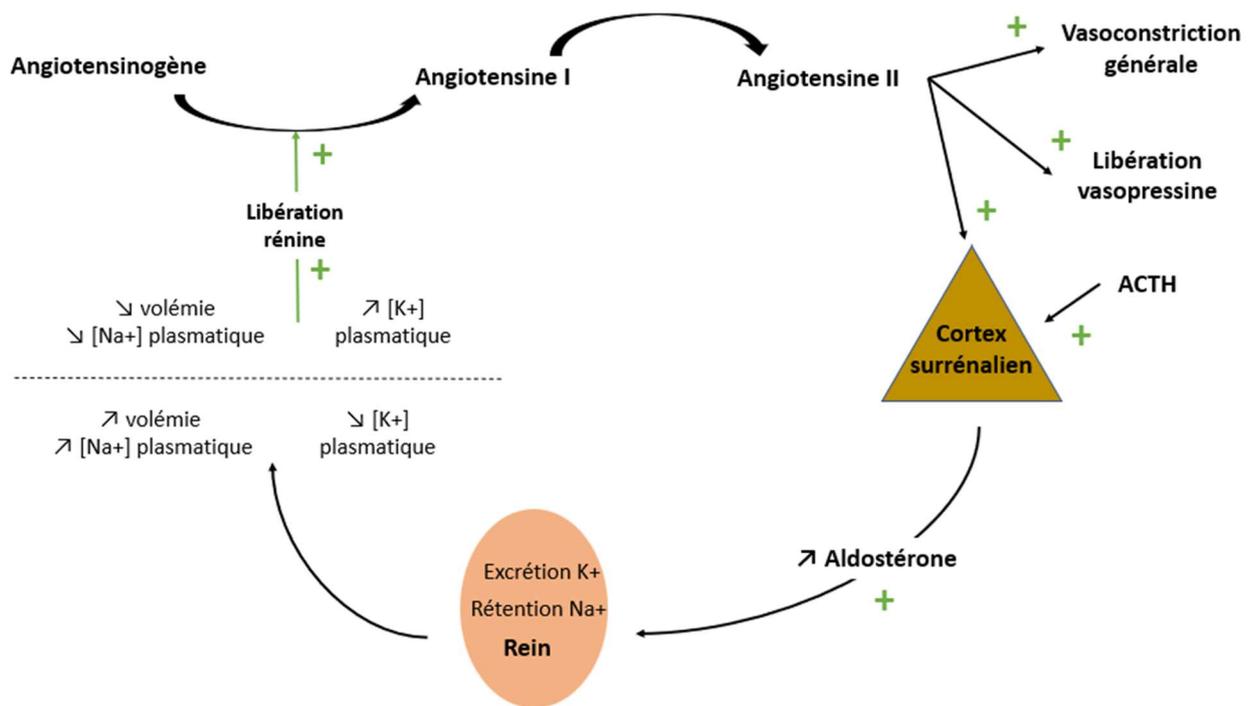


Figure 8 : Système rénine angiotensine, régulation de la sécrétion de l'aldostérone d'après Akers, Denbow (2014); Klein (2013)

La principale action d'une augmentation de la quantité d'aldostérone circulante est une augmentation de la résorption sodée et hydrique au niveau des tubules rénaux distaux, des glandes salivaires, du tube digestif et des glandes sudoripares. Concomitamment, une augmentation de l'excrétion urinaire de potassium et d'hydrogène ionique est observée. Comme les glucocorticoïdes, l'aldostérone peut également se lier aux récepteurs corticostéroïdes de type I principalement et de type II. Leur action sera détaillée par la suite (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Akers, Denbow 2014; Combes, Saunders 2014; Rijnberk, Kooistra 2010).

ii. L'activité sécrétoire de la zone fasciculée et réticulée du cortex surrénalien

Les zones fasciculée et réticulée du cortex surrénalien fonctionnent comme une unique unité fonctionnelle en produisant les glucocorticoïdes (notamment cortisol et corticostérone). La zone réticulée produit également des hormones sexuelles (androgènes et œstrogènes) (Akers, Denbow 2014; Barone, Simoens 2010; Rijnberk, Kooistra 2010).

La concentration plasmatique en ACTH est la principale voie de contrôle de la synthèse et du relargage dans l'organisme des glucocorticoïdes et des hormones sexuelles. Son action stimulatrice est plus marquée sur les glucocorticoïdes. Une action trophique de l'ACTH sur les zones fasciculée et réticulée est également à noter. L'ACTH est synthétisée dans le lobe antérieur de la glande hypophysaire et est sous régulation de l'hypothalamus et du système nerveux central (neurotransmetteur, hormones hypophysiotropes, corticolibérine (ou CRH) et arginine vasopressine (VP)). Quatre mécanismes impliqués dans la synthèse et la sécrétion d'ACTH sont connus : la sécrétion épisodique, la réponse au stress, le rétrocontrôle négatif par le cortisol et l'action de facteurs immunologiques (cytokines pro-inflammatoires lors de réponse à des infections), (Figure 9) (Akers, Denbow 2014; Combes, Saunders 2014; Rijnberk, Kooistra 2010).

A noter que les sécrétions d'ACTH et de cortisol peuvent ne pas être synchronisées. L'action à la fois paracrine et de cytokines, d'adipokines, de neurotransmetteurs autres entraînent le relargage de corticoïdes (Rijnberk, Kooistra 2010).

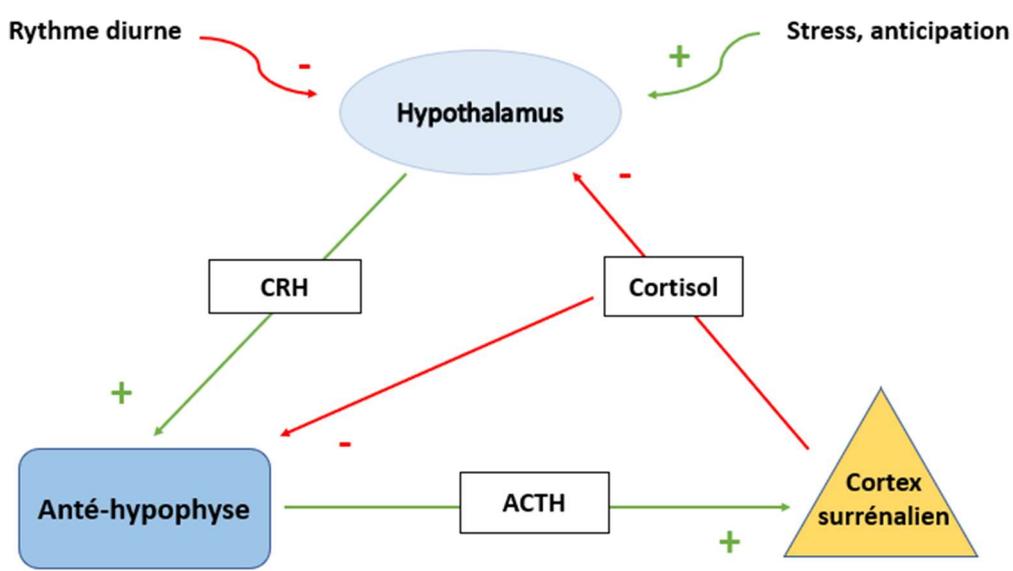


Figure 9 : Régulation de la synthèse du cortisol par l'ACTH d'après Norris, Carr (2021); Klein (2013)

Les glucocorticoïdes sont impliqués de manière non minoritaire dans le fonctionnement de nombreux organes. Leurs effets, dose-dépendants, sont résumés dans le Tableau I (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Akers, Denbow 2014; Combes, Saunders 2014; Kintzer 1997).

Organes / fonctions cibles	Effets des glucocorticoïdes
Système vasculaire et cardiaque	Augmentation de la réactivité vasculaire aux catécholamines Effets chronotrope et inotrope positifs
Système urinaire	Stimulation de la filtration glomérulaire Stimulation de la diurèse Augmentation de l'excrétion du calcium
Système digestif	Augmentation de la sécrétion d'HCl et de pepsine Diminution de l'absorption calcique intestinale
Système ostéoarticulaire	Stimulation de la résorption osseuse
Système nerveux	Contre les effets du stress Effet euphorisant
Système glandulaire	Diminution de la sécrétion d'ACTH et de TSH par l'hypophyse Diminution de la sécrétion de corticolibérine (CRH) par l'hypothalamus
Système immunitaire	Suppression de la réponse inflammatoire (diminution de la synthèse de prostaglandines et leucotriènes) Suppression de la réponse lymphoïde (neutropénie, éosinopénie, lymphopénie)
Système sanguin	Erythrocytose Thrombocytose Polyglobulie
Métabolisme glucidique	Stimulation de la glycogénèse et de la glycogénogénèse (hépatique et musculaire principalement) Inhibition de l'utilisation du glucose par les tissus Hyperglycémie
Métabolisme protéique	Stimulation du catabolisme des protéines (notamment musculaire) Stimulation de la synthèse des protéines hépatiques
Métabolisme lipidique	Stimulation de la lipolyse

Tableau I : Principaux effets biologiques des catécholamines dans l'organisme d'après Akers, Denbow (2014); Barone (2021); Kintzer (1997)

Concernant les hormones sexuelles sécrétées par la zone réticulée, seule la déshydroépiandrostérone (DHEA) est synthétisée en quantité importante. Bien qu'ayant une activité androgénique relativement modérée, elle sert surtout de précurseur à d'autres hormones comme la testostérone ou d'œstradiol. Les autres hormones sexuelles produites en faible quantité par la glande surrénale dérivent de la progestérone. En plus d'être impliquée dans la fonction reproductrice, la progestérone a la capacité de se lier aux protéines de liaison du cortisol de manière compétitive entraînant une libération de cortisol dans la circulation sanguine (Combes, Saunders 2014; Barone, Simoens 2010).

iii. L'activité sécrétoire de la médulla surrénalienne

La médulla surrénalienne sécrète des amines biogènes : les catécholamines (adrénaline et noradrénaline principalement). Leur libération est quasi équivalente en quantité et survient à la suite d'un stimulus biologique (par exemple hypovolémie, hypoglycémie), physique (exercice) ou extérieur (perception d'un danger). Elle est médiée par l'acétylcholine suite à une augmentation des trains de potentiel d'action dans l'innervation arrivant à la médulla. (Combes, Saunders 2014; Barone, Simoens 2010; Rijnberk, Kooistra 2010; Kintzer 1997).

Les catécholamines agissent sur les récepteurs alpha et bêta adrénergiques. Leurs effets biologiques sont repris dans le Tableau II.

Organes / métabolismes cibles	Effets des catécholamines
Système vasculaire et cardiaque	Chronotrope positif Inotropisme positif Vasoconstriction (noradrénaline) Vasodilatation dans le foie et les muscles squelettiques (adrénaline)
Système glandulaire	Diminution des sécrétions
Système pulmonaire	Bronchodilatation
Système urinaire	Rétention urinaire
Système visuel	Mydriase
Système digestif	Diminution de l'activité digestive
Métabolismes	Stimulation de la glycogénolyse Stimulation de la lipolyse Accélération des différents métabolismes

Tableau II : Effets biologiques principaux des catécholamines dans l'organisme d'après Combes, Saunders (2014); Rijnberk, Kooistra (2010); Kintzer (1997)

c. Les principales affections des glandes surrénales en médecine féline

La majorité des affections des glandes surrénales chez le chat est répartie entre les processus hyperplasiques, néoplasiques et la destruction à médiation immune. L'incidence des processus néoplasiques surrénaux primaires est estimée à 0,2% de l'ensemble des tumeurs félines. Elle est bien plus faible que chez d'autres espèces comme le chien (1,5 %) et l'homme (Siegel et al. 2023; Myers 1997). Les tumeurs corticosurrénales primaires engendrent principalement un hyperaldostéronisme ou un hypercorticisme chez le chat (Griffin 2021; Bertazzolo et al. 2014).

Les affections des glandes surrénales touchent principalement des chats adultes à gériatriques malgré des cas sporadiques chez des animaux en croissance ou de jeunes adultes. La pathologie des glandes surrénales est développée uniquement pour les causes connues pour affecter les chats en croissance. Les autres causes ne sont ainsi évoquées que succinctement dans cette partie (Griffin 2021; Bertazzolo et al. 2014).

i. Les anomalies de développement

L'agénésie bilatérale du cortex surrénalien n'est pas compatible avec la vie. Aucun cas d'agénésie unilatérale n'a été décrit chez le chat à notre connaissance (Maxie 2016).

Une hypoplasie du cortex surrénalien peut être décrite lors d'anomalie de développement de l'hypophyse notamment lors d'anencéphalie, aplasie hypophysaire ou de cyclopie. Le cortex est alors de taille réduite et ne présente plus de zonation distincte. La médulla n'est pas concomitamment affectée (Maxie 2016).

L'hyperplasie congénitale surrénalienne est due à un déficit en 11 β -hydroxylase ou en 21-hydroxylase, enzymes nécessaires à la synthèse de cortisol et d'aldostérone. Cette anomalie de développement rentre dans le diagnostic différentiel de l'hermaphrodisme ou des ambiguïtés sexuelles (Maxie 2016; Owens et al. 2012; Knighton 2004).

ii. L'hypocorticisme

L'hypocorticisme, aussi connu sous le nom de maladie d'Addison, correspond à un déficit en glucocorticoïde et / ou en minéralocorticoïde. Le premier cas décrit chez le chat date de 1983 par Johnessee et al. L'hypocorticisme primaire est rarissime chez le chat. Cette affection est décrite principalement chez des animaux d'âge moyen (jeune adulte à gériatrique). Des cas sont aussi décrits chez de jeunes chats en croissance, notamment un chat de 8 mois présentant des troubles neurologiques depuis 2 mois (Giudice et al. 2016). Une prédisposition des chats européens semble possible. Le tableau clinique est peu spécifique. Les individus atteints peuvent présenter majoritairement une perte de poids, de l'anorexie, de l'abattement allant jusqu'à la léthargie, de la faiblesse généralisée, une déshydratation importante, de l'hypothermie, une bradycardie. Un test de stimulation à l'ACTH permet une confirmation du diagnostic (Giudice et al. 2016; Feldman, Nelson, Reusch 2015; Peterson, Greco, Orth 1989).

Il faut une perte fonctionnelle des glandes surrénales de plus de 90% du parenchyme cortical pour développer un hypocorticisme. Le principal mécanisme connu est une destruction progressive à médiation immune du cortex surrénalien entraînant un déficit en minéralocorticoïdes (Peterson, Greco, Orth 1989; Giudice et al. 2016).

Dans une minorité de cas, l'hypocorticisme est secondaire à une diminution de sécrétion de l'ACTH. Il y a alors atrophie du cortex surrénalien et diminution de la production de glucocorticoïdes. Une destruction par un processus congénital, infectieux, néoplasique (infiltration lymphomateuse) ou une cause iatrogène semble alors être mis en cause (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Peterson, Greco, Orth 1989; Giudice et al. 2016).

Les glandes surrénales apparaissent majoritairement de taille diminuée voire non identifiable associée à une hypoéchogénicité et une perte d'architecture de leur parenchyme à l'échographie. Quelques cas font état d'absence d'anomalie des glandes. Un cas a été rapporté d'une hypertrophie des glandes surrénales consécutive à l'infiltration surrénalienne par un lymphome (Griffin 2021; Romine, Kozicki, Elie 2016).

iii. Modification de la taille des glandes surrénales associée à une maladie concomitante

L'acromégalie est causée par un excès de production de l'hormone de croissance (GH) par une tumeur hypophysaire. Dans 50% des cas, une hypertrophie bilatérale des glandes est notée (Griffin 2021).

Les cystites idiopathiques peuvent aussi être associées à une diminution significative de la taille des glandes surrénales notamment du cortex. Une hypothèse d'hypoplasie congénitale ou développementale est émise pour expliquer cette association. Un très faible nombre de chat a montré cette association, de plus amples recherches sont nécessaires pour confirmer les données décrites par Westropp JL & Co (2003) (Griffin 2021).

En cas d'hyperthyroïdie, un élargissement bilatéral des glandes surrénales est rapporté dans environ 20% des cas. Aucun cas n'est rapporté chez les chats en croissance (Oliveira et al. 2022; Griffin 2021; Combes et al. 2012).

iv. Autres étiologies des glandes surrénales du chat

L'hyperaldostéronisme

L'hyperaldostéronisme, aussi nommé syndrome de Conn en médecine humaine, est la maladie corticosurrénalienne la plus fréquente chez le chat. Cette affection semble plus commune dans cette espèce que dans l'espèce canine. Elle affecte particulièrement les chats âgés sans plus de prédisposition. Aucun cas n'est rapporté à notre connaissance chez de jeunes chats en croissance. L'hyperaldostéronisme primaire se caractérise par une sécrétion excessive et autonome d'aldostérone par le cortex surrénalien. Cette affection est souvent causée par une tumeur sécrétante de la zone

glomérulée du cortex surrénalien de type adénome ou adénocarcinome (Griffin 2021; Chiaramonte, Greco 2007).

L'hypercorticisme

L'hypercorticisme (HAC), aussi connu sous le nom de syndrome de Cushing, est rarissime chez les chats. La population atteinte est composée de chat âgé (10 ans de moyenne d'âge) sans prédisposition raciale connue. Aucun cas n'est rapporté à notre connaissance chez de jeunes chats en croissance. L'HAC est caractérisée par une sécrétion basale excessive d'hormones adrénocorticales (en provenance de la zone fasciculée et réticulée) (Griffin 2021; Feldman, Nelson, Reusch 2015; Niessen, Church, Forcada 2013; Chiaramonte, Greco 2007).

On distingue plusieurs types d'hypercorticisme : l'hypercorticisme d'origine hypophysaire (Pituitary Dependent Hyperadrenocorticism en anglais ou PDH), dans 80% des cas, l'hypercorticisme d'origine surrénalienne (Adrenal Dependent Hyperadrenocorticism en anglais ou ADH), dans 20% des cas, ainsi qu'anecdotiquement l'hypercorticisme iatrogène (Griffin 2021; Niessen, Church, Forcada 2013).

Aussi bien dans le cas des PDH que des ADH, l'hypercorticisme est majoritairement engendré par une tumeur bénigne, notamment un adénome, même si des tumeurs malignes de type carcinomes restent possibles (Griffin 2021).

Les phéochromocytomes

Les phéochromocytomes sont des tumeurs neuroendocrines sécrétant des catécholamines dérivant des cellules chromaffines de la médulla des glandes surrénales. Ils affectent majoritairement des chats européens stérilisés de plus de 7 ans, sans prédisposition de sexe. La prévalence dans la population féline est très faible mais pourrait être sous-estimée de par la difficulté de diagnostiquer ces tumeurs. Aucun cas n'a été décrit chez les chats en croissance (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Rijnberk, Kooistra 2010).

Dans la littérature, les phéochromocytomes sont retrouvés assez fréquemment en association avec d'autres tumeurs endocrines (glande surrénalienne controlatérale, glandes thyroïdes, glandes parathyroïdes, glande hypophysaire, pancréas etc.) (Calsyn et al. 2010).

Les tumeurs sécrétantes des hormones sexuelles

Dans la population féline, des tumeurs primaires surrénaliennes sécrétant des hormones sexuelles sont rares malgré une prévalence plus importante que dans la population canine. Elles entrent dans le diagnostic différentiel des hypercorticismes atypiques associés à une absence d'anomalie de la cortisolémie basale. En absence d'autres maladies débilitantes, le pronostic après surrénalectomie est bon. Aucun cas n'est rapporté chez les chats en croissance (Griffin 2021; Millard, Pickens, Wells 2009).

Les métastases et infiltrations vasculaires

Les métastases surrénaliennes d'une tumeur primaire (comme par exemple le mélanome, certains carcinomes, le fibrosarcome, etc.) représentent environ 60% des atteintes néoplasiques surrénaliennes dans l'espèce féline. Dans 50 % des cas, les métastases sont bilatérales (Griffin 2021; Labelle, De Cock 2005). Les infiltrations vasculaires lors de processus néoplasiques surrénaliens malins sont décrites. Le plus souvent, ces infiltrations sont observables dans la veine phrénico-abdominale (Griffin 2021). Aucun cas n'a été décrit chez un chat en croissance à notre connaissance.

v. Le cas particulier des incidentalomes

Grâce au développement des techniques d'imagerie, l'identification de masses surrénaliennes sans répercussion clinique est de plus en plus fréquente. Une grande partie des anomalies surrénaliennes précédemment décrites peuvent ainsi être des découvertes fortuites. Elles sont alors nommées incidentalomes. Les masses non néoplasiques des glandes surrénales restent très rarement décrites chez les chats dans la littérature. Parmi ces masses sont décrites des hémorragies ou des hématomes, des kystes, des abcès, des granulomes, des amyloïdoses, des lipomes ou myolipomes, des fibromes ou encore des tératomes. Certaines maladies infectieuses (virale, parasitaire, bactérienne, fongique) peuvent engendrer une inflammation plus ou moins localisée du cortex surrénalien possiblement associée à une nécrose, des minéralisations ou des hémorragies chez les jeunes chats (Maxie 2016; Akers, Denbow 2014; Barthez, Nyland, Feldman 1998; Kintzer 1997).

Une hémorragie de la glande surrénalienne peut également être une complication d'une nécrose tissulaire suite à une infiltration tumorale de la glande. Elle peut être localisée au sein même de la tumeur ou à l'extérieur, dans l'espace rétropéritonéal et la cavité péritonéale. En cas d'atteinte majeure, l'animal peut présenter une hypovolémie et une anémie. Dans la littérature, des hémorragies sont décrites dans des cas de carcinome sécrétant de l'aldostérone (Griffin 2021; Kirkwood et al. 2019).

Les affections des glandes surrénales chez les chats en croissance restent très rares et possiblement sous-diagnostiquées. Or, certaines affections, notamment l'hypocorticisme, peuvent engager le pronostic vital de l'animal dès son jeune âge en l'absence de traitement. L'examen médical des glandes surrénales chez les chats en croissance doit ainsi faire l'objet d'une attention particulière.

II. Evaluation des glandes surrénales dans l'espèce féline

a. L'imagerie médicale des glandes surrénales

L'imagerie médicale est devenue un outil privilégié dans l'exploration des affections abdominales chez les carnivores domestiques. Chaque technique d'imagerie présente, pour l'évaluation des glandes surrénales, des avantages et des inconvénients qui seront exposés dans le paragraphe suivant.

i. La radiographie

En pratique vétérinaire courante, la radiologie n'apporte que peu d'information lorsqu'il s'agit d'examiner les glandes surrénales. En effet, elles sont de densité tissulaire comme la majorité des organes de la cavité abdominale et ne sont pas clairement identifiables hormis dans deux cas. L'augmentation importante de la taille de la glande peut donner une image de masse de densité tissulaire pouvant être à l'origine d'un déplacement caudal des reins. La présence du foie à droite rend toute visualisation encore plus difficile. La présence de calcifications au sein du parenchyme surrénalien est également visible à la radiographie (Figure 10) (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Barthez, Nyland, Feldman 1998; Tidwell, Penninck, Besso 1997).

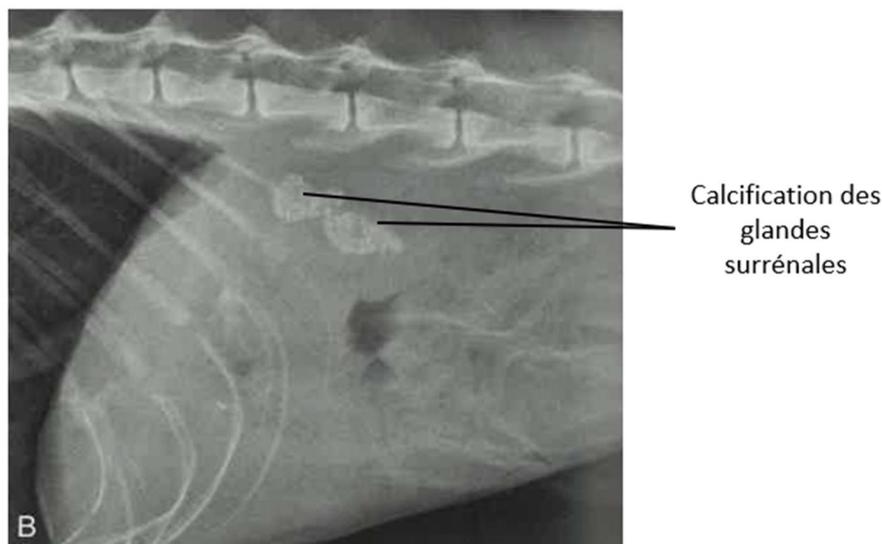


Figure 10 : Cliché radiographique en vue latérale de glandes surrénales calcifiées d'après Mattoon, Sellon, Berry (2021)

ii. L'échographie

L'échographie est la méthode la plus courante pour imager les glandes surrénales en routine. Elle permet la visualisation des glandes surrénaliennes à la fois chez les individus sains et chez les individus malades (Barthez, Nyland, Feldman 1998).

Bien que la visualisation des glandes ne soit pas systématique chez l'ensemble des individus sains, les glandes surrénales restent facilement observable chez le chat. Cela s'explique par le faible gabarit des félins et une conformation plus uniforme que dans d'autres espèces comme l'espèce canine par exemple (Tidwell, Penninck, Besso 1997).

L'échographie permet de visualiser les anomalies de taille, de forme et de parenchyme. Ainsi cet examen apporte un intérêt marqué dans la distinction entre les ATH et les PDH en cas d'hypercorticisme. Dans 93% des cas, les images échographiques obtenues sont cohérentes avec le diagnostic final. En comparaison, le test de suppression de la dexaméthasone à faible dose a une sensibilité de 96%, tandis que la sensibilité du test de stimulation à l'ACTH est de 56% dans le cas de l'HAC (Valentin et al. 2014).

L'échographie abdominale permet également d'évaluer l'invasion locale des vaisseaux (Figure 11) ou la présence de métastases proches, notamment hépatiques. Cet examen permet d'affiner le pronostic de l'individu et d'envisager un traitement chirurgical. Le taux de survie post-opératoire est de 77% en cas de surrénalectomie, ceci étant associé à un pronostic de survie favorable à long terme. Il s'agit du traitement de choix quand la chirurgie est une option envisageable (Daniel et al. 2016; Feldman, Nelson, Reusch 2015). L'échographie peut également être un examen de choix dans le suivi des individus sous traitement médical (Moore, Biller, Smith 2000).

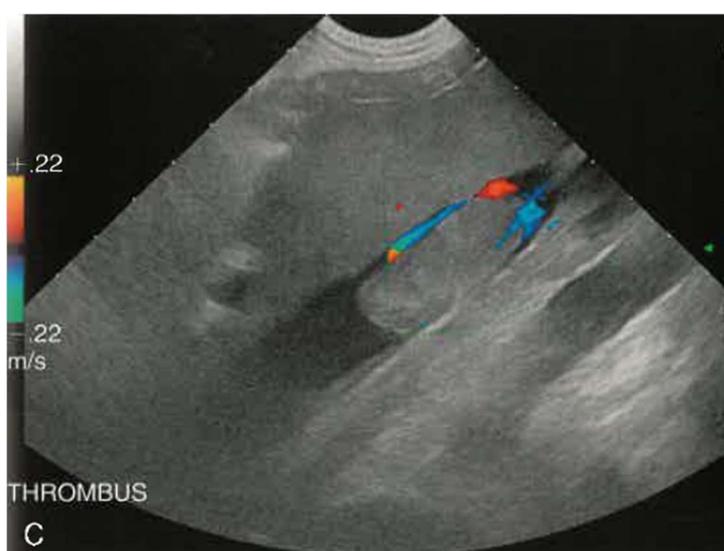


Figure 11 : Image échographie doppler d'une invasion locale de la veine cave caudale d'après Mattoon, Sellon, Berry (2021)

L'échographie abdominale est ainsi une étape diagnostique importante dans l'identification et la caractérisation des anomalies surrénales. Cependant, malgré une bonne sensibilité dans la détection de nodules ou de masses, l'échographie seule manque de spécificité dans la détermination des lignées cellulaires impliquées ou du caractère fonctionnel des anomalies. Ainsi, l'échographie doit impérativement être mise en relation avec l'anamnèse, l'examen clinique et les résultats d'autres examens complémentaires (Griffin 2021).

L'examen échographique est également un support pour l'exploration des masses surrenaliennes. La réalisation de cytoponctions échoguidées dans le but d'un examen cytologique permet dans un nombre important de cas de déterminer l'origine corticale ou médullaire de la tumeur surrenalienne. Elle ne permet cependant pas d'apporter de précision quant au caractère malin ou bénin de celle-ci (Pey et al. 2020; Cervone 2017; Bertazzolo et al. 2014).

La réalisation de cytoponctions en cas de masse surrenalienne reste controversée. Le risque de complications n'est pas anodin en cas de ponction des phéochromocytomes notamment. Parmi les complications possibles, la douleur, des hémorragies incontrôlées ou des crises hypertensives sévères peuvent être exacerbées par le relargage des catécholamines (Cervone 2017; Bertazzolo et al. 2014). De récentes études sur les chiens montrent que la procédure de cytoponction échoguidée à l'aiguille fine des lésions surrenaliennes présente un risque minime malgré l'opinion négative des manipulateurs. Le taux de complication est similaire à celui des cytoponctions sur d'autres organes (Pey et al. 2020). Une transposition au chat reste à confirmer par de plus amples études.

En supplément à la pratique échographique courante, l'échographie avec utilisation d'un produit de contraste (Constrat-Enhanced Ultrasound en anglais ou CEUS) pourrait apporter des indications supplémentaires plus spécifiques à un type de tumeur. La présence de nombreux vaisseaux nourriciers tortueux est souvent associée à un carcinome des glandes surrénales. De même, une hétérogénéité marquée du renforcement de contraste a été décrite en cas de tumeurs malignes. Cette étude a été réalisé uniquement chez le chien. Des compléments dans la population féline pourraient permettre d'identifier de tels marqueurs et donc d'affiner l'intérêt diagnostique de l'échographie dans la pathologie surrenalienne des chats (Pey et al. 2014). L'échographie de contraste reste à ce jour peu utilisée en pratique courante.

iii. Le scanner

Le scanner, par rapport à l'échographie, permet une visualisation plus précise des glandes surrénales chez les carnivores domestiques et d'évaluer par la même occasion la glande hypophysaire (Figure 12). Cet examen permet la mise en évidence de masses de plus de 3 mm dans le parenchyme surrenalien ce qui le rend plus sensible que l'échographie. Les infiltrations locales sont également plus finement visualisées. Le scanner est donc souvent utilisé lorsque l'échographie ne permet pas de visualiser correctement les glandes surrénales ou pour évaluer l'extension d'une masse infiltrant la vascularisation (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Rijnberk, Kooistra 2010; Barthez, Nyland, Feldman 1998; Tidwell, Penninck, Besso 1997).

Cependant, plusieurs points notables limitent son utilisation dans la pratique courante vétérinaire. Bien qu'actuellement, de plus en plus de cliniques vétérinaires le proposent, cet examen reste moins accessible que l'échographie. Cela s'explique par les contraintes techniques d'utilisation (protection contre les radiations), la lecture des images par une personne compétente, souvent en dehors de la clinique, le coût d'acquisition et d'entretien de l'appareil. Ensuite, les scanners sont des examens coûteux et nécessitent une anesthésie générale pour garantir l'immobilité de l'animal. La réalisation d'un scanner est ainsi souvent dépendante de la suite de la prise en charge (chirurgie, radiothérapie) (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Rijnberk, Kooistra 2010; Barthez, Nyland, Feldman 1998; Tidwell, Penninck, Besso 1997).

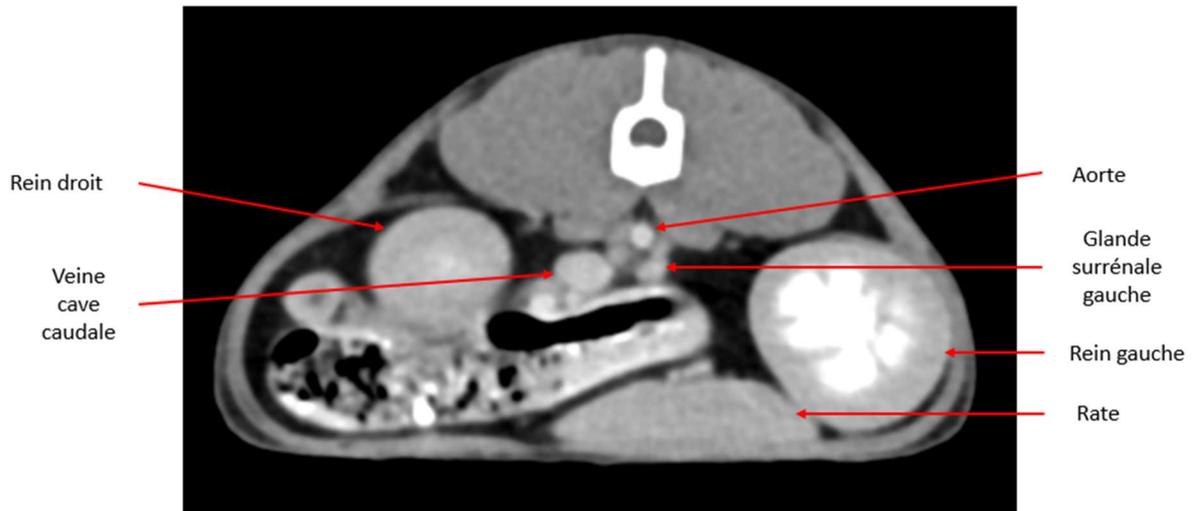


Figure 12 : Visualisation de la glande surrénale gauche chez un chat en coupe longitudinale au scanner

iv. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'IRM est très utilisée en médecine humaine pour détecter, caractériser des masses surrénaliennes et pour identifier des infiltrations extra-surrénaliennes (Figure 13). Or en médecine vétérinaire, l'IRM reste très peu utilisée du fait d'une redondance des résultats avec d'autres méthodes d'imagerie moins coûteuses, plus accessibles et moins difficiles à mettre en œuvre telles que le scanner ou l'échographie (durée d'examen, présence d'artéfacts de mouvements liés à la respiration) (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Rijnberk, Kooistra 2010; Barthez, Nyland, Feldman 1998; Tidwell, Penninck, Besso 1997).

La présence d'IRM reste encore très ponctuelle dans les cliniques de par les contraintes techniques d'utilisation importantes, la lecture des images par une personne compétente, le coût d'acquisition et d'entretien de l'appareil. Une anesthésie générale est également nécessaire pour les examens d'IRM (Feldman, Nelson, Reusch 2015; Rijnberk, Kooistra 2010; Barthez, Nyland, Feldman 1998; Tidwell, Penninck, Besso 1997).

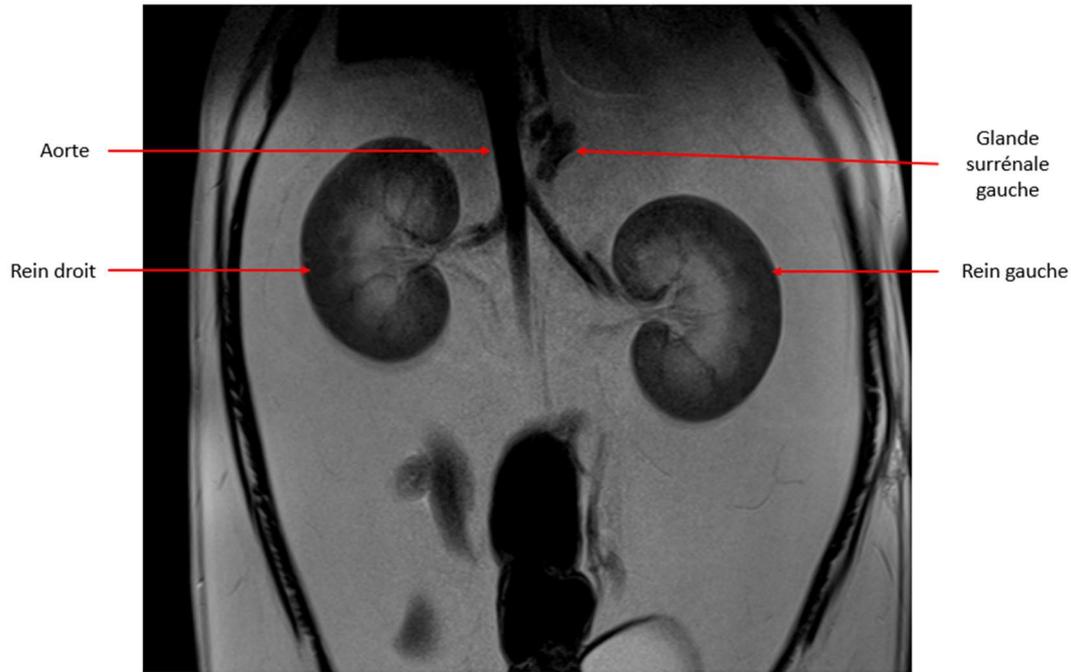


Figure 13 : Visualisation de la glande surrénale gauche d'un chat en coupe longitudinale à l'IRM

v. La scintigraphie

La scintigraphie peut permettre de visualiser la fonction excrétrice des glandes surrénales grâce à l'utilisation d'iode marqué ayant une affinité avec le cortex surrénalien et les tissus sécrétant des catécholamines. Or l'acquisition des images se fait sur un laps de temps de plusieurs jours (jusqu'à 15 jours) rendant cette technique pratiquement impossible en médecine vétérinaire (Tidwell, Penninck, Besso 1997).

L'examen échographique est le plus couramment employé de par son accessibilité, son faible coût et sa sensibilité élevée à détecter des anomalies sur les glandes surrénales. Les examens d'imagerie en coupe et notamment le scanner viennent en complément pour préciser l'anatomie et l'étendue de ces anomalies afin de déterminer le traitement le plus adéquat.

b. Rappels des principes physiques de l'échographie

L'imagerie par échographie repose sur les propriétés physiques des ondes acoustiques ultrasonores (au-delà de 20 000 Hz). Ces ondes peuvent aller d'une fréquence de 1 à 20 MHz (Mattoon, Sellon, Berry 2021; Chetboul et al. 2005).

Un transducteur, couramment nommé sonde échographique, est composée d'au moins un cristal piézoélectrique possédant la capacité d'émettre et de recevoir des ultrasons (Mattoon, Sellon, Berry 2021; Chetboul et al. 2005).

Les ultrasons sont envoyés sous forme de salves courtes et régulières dans l'organisme. Les ondes sont réfléchies sur des surfaces de séparation ou interfaces acoustiques situées entre deux milieux d'impédances acoustiques différentes. Les ultrasons non réfléchis sont réfractés et serviront à la constitution d'images des tissus sous-jacents (Figure 14) (Mattoon, Sellon, Berry 2021; Chetboul et al. 2005).

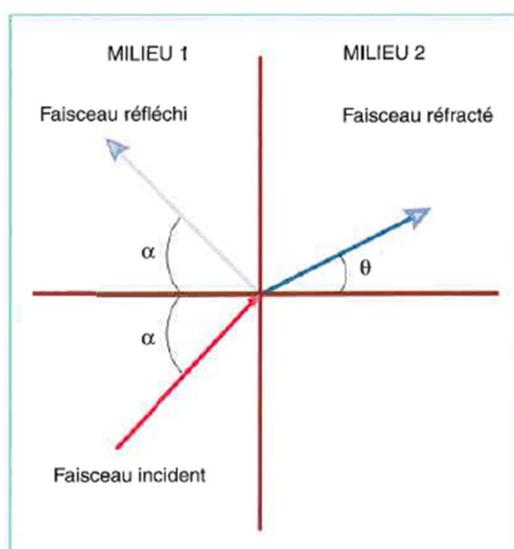


Figure 14 : Phénomène de réflexion et réfraction des ondes ultrasonores d'après Chetboul (2005)

Les ondes réfléchies par les tissus sont captées au niveau de la sonde avant d'être analysées pour donner une image bidimensionnelle. Chaque point blanc de l'image correspond à une onde ultrasonore réfléchi (Mattoon, Sellon, Berry 2021).

Suivant le mode de balayage utilisé, on distingue trois types de sonde : les sondes sectorielles, les sondes linéaires et les sondes (micro)convexes. Lors de l'examen échographique des glandes surrénales des chats en croissance, le choix se porte principalement sur une sonde linéaire qui permet d'obtenir la meilleure résolution d'image possible sur une faible épaisseur. A noter qu'une sonde micro-convexe peut permettre de situer dans un premier temps la glande surrénale grâce à une meilleure pénétration des ultrasons (Mattoon, Sellon, Berry 2021).

La variation de la fréquence de la sonde permet de varier la profondeur de diffusion des ondes ultrasonores. En effet, elles ont tendance à se dissiper plus rapidement à haute fréquence. La résolution est donc bonne proximale à la sonde mais les structures profondes sont difficilement interprétables. A titre indicatif, pour une sonde de fréquence de 7,5 MHz, la résolution est de 10 cm de profondeur (Mattoon, Sellon, Berry 2021; Chetboul et al. 2005).

Afin de compléter les images bidimensionnelles obtenues, l'acquisition des ondes ultrasonores peuvent être traitées par le mode doppler permettant d'analyser les flux sanguins (vitesse, direction, caractéristiques). Ce mode permet de distinguer les structures vascularisées en échographie (Mattoon, Sellon, Berry 2021; Chetboul et al. 2005).

c. Abord échographique des glandes surrénales chez le chat

L'échographie des glandes surrénales chez le chat peut être réalisée à l'aide de deux types de sonde suivant l'habitude du manipulateur : une sonde micro-convexe pour localiser la glande puis une linéaire haute fréquence pour l'examiner. Hormis chez les chats de grand gabarit ou en surpoids, il est possible d'utiliser une sonde linéaire de haute fréquence pouvant aller jusqu'à 18 MHz pour localiser et évaluer l'organe (Mattoon, Sellon, Berry 2021; Combes, Saunders 2014).

Le mode bidimensionnel est préférable pour la description de la forme, des contours, de la taille et de l'échogénicité des glandes surrénales. L'utilisation du mode Doppler reste fréquent pour distinguer les structures vasculaires adjacentes des glandes (Figure 15) (Combes, Saunders 2014; Barthez, Nyland, Feldman 1998).

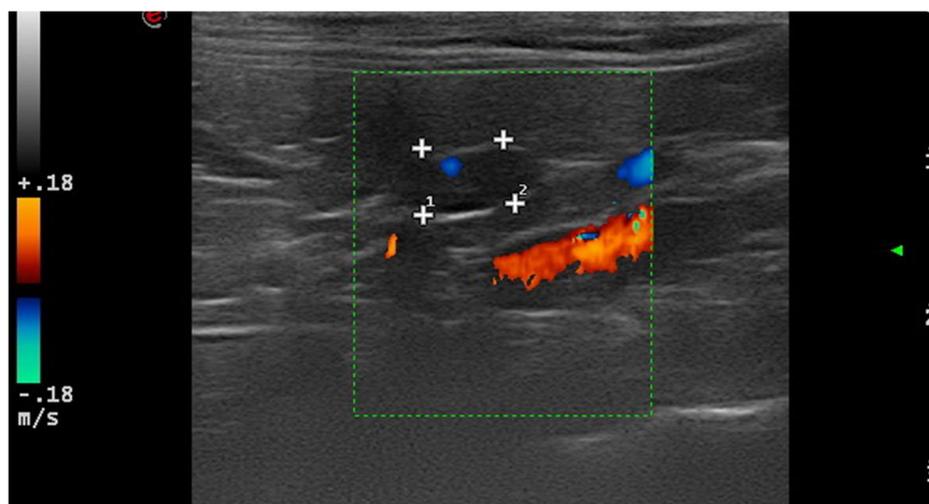


Figure 15 : Utilisation du mode doppler pour différencier la glande surrénale des vaisseaux environnant

L'examen échographique nécessite une bonne contention physique voire chimique de l'individu. Cet examen ayant une bonne tolérance dans un environnement adapté (calme et sombre), le recours à la contention chimique reste minoritaire. L'animal est placé en décubitus dorsal, moins fréquemment latéral. Une tonte du pelage de l'animal ainsi que l'application de d'alcool et de gel échographique est nécessaire pour une bonne visualisation des glandes surrénales (Combes, Saunders 2014).

Pour visualiser la glande surrénale gauche, le manipulateur oriente la sonde dans le plan sagittal de l'individu et commence par localiser le rein gauche en coupe longitudinale. Il se déplace alors médialement en suivant le trajet de l'artère rénale gauche du pôle crânial du rein jusqu'à l'aorte. La glande surrénale est alors observable crânio-ventralement à l'artère rénale gauche et caudalement au tronc cœliaque et l'artère mésentérique crâniale. Seule une partie de la glande est visualisable avec cette technique. Une rotation dans le sens anti-horaire est alors nécessaire pour l'observer selon son grand axe (Figures 16 et 17) (Griffin 2021; Barthez, Nyland, Feldman 1998).

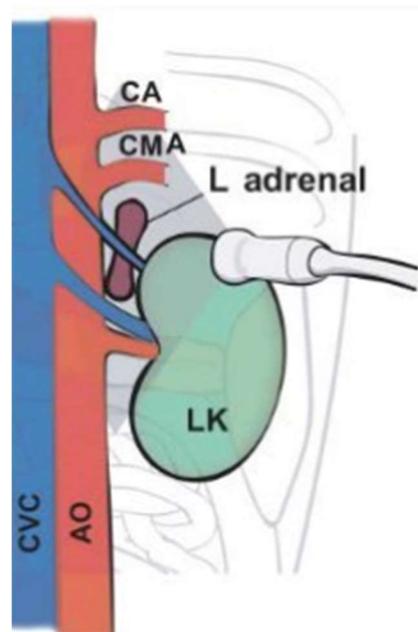


Figure 16 : Coupe transversale de la glande surrénale gauche d'un chat à l'échographie d'après Penninck, Anjou (2015)(AO : aorte, CA : artère cœliaque, CMA : artère mésentérique crâniale, CVC : veine cave caudale, L adrenal : glande surrénale gauche, LK : rein gauche)

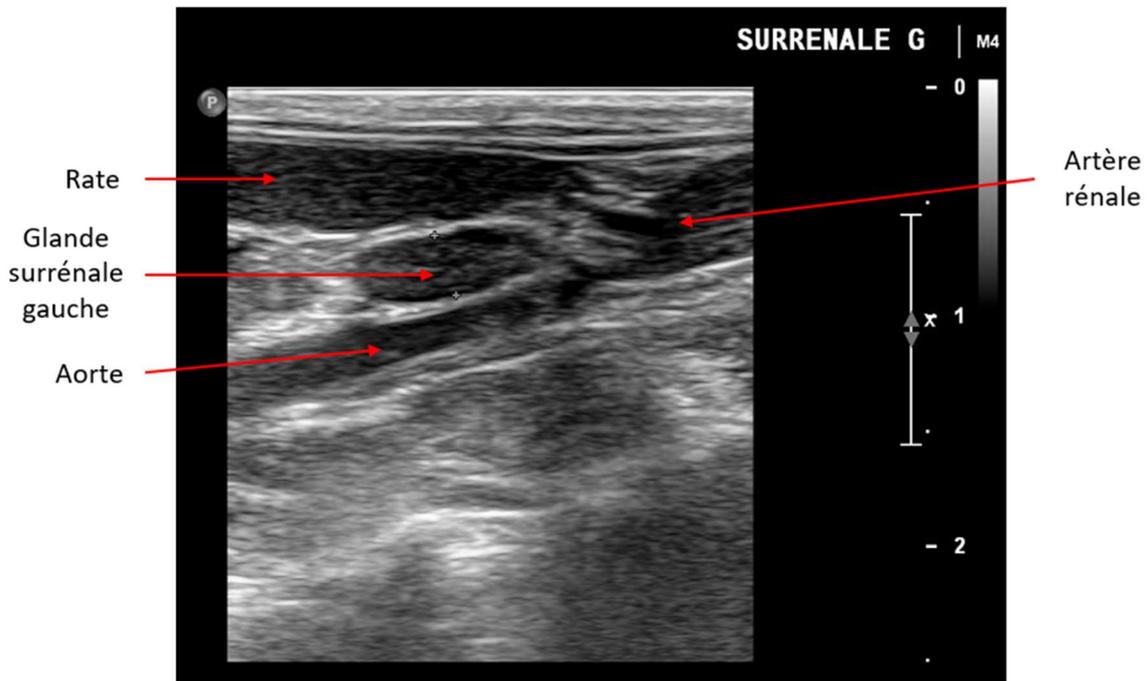


Figure 17 : Coupe longitudinale d'une glande surrénale gauche avec visualisation des repères anatomiques

Pour visualiser la glande surrénale droite, le manipulateur oriente la sonde dans le plan sagittal de l'individu et commence par localiser le rein droit en coupe longitudinale. Il se déplace alors médialement à crânio-médialement au rein jusqu'à imager la veine cave caudale. Légèrement dorso-latéralement à celle-ci et caudalement au processus caudé du foie se trouve la glande surrénale droite. Le pôle crânial est dévié latéralement ce qui nécessite une légère rotation dans le sens horaire pour l'observer selon son grand axe. Pour une bonne visualisation de la veine cave caudale, l'opérateur doit prendre soin de ne pas appliquer trop de pression au risque de collaber la veine (Figures 18 et 19) (Griffin 2021; Combes, Saunders 2014).

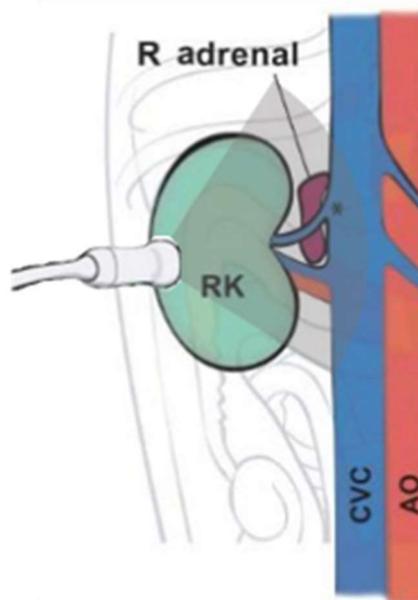


Figure 18 : Coupe transversale de la glande surrénale droite d'un chat à l'échographie d'après Penninck, Anjou (2015) (AO : aorte, CVC : veine cave caudale, R adrenal : glande surrénale droite, RK : rein droit)

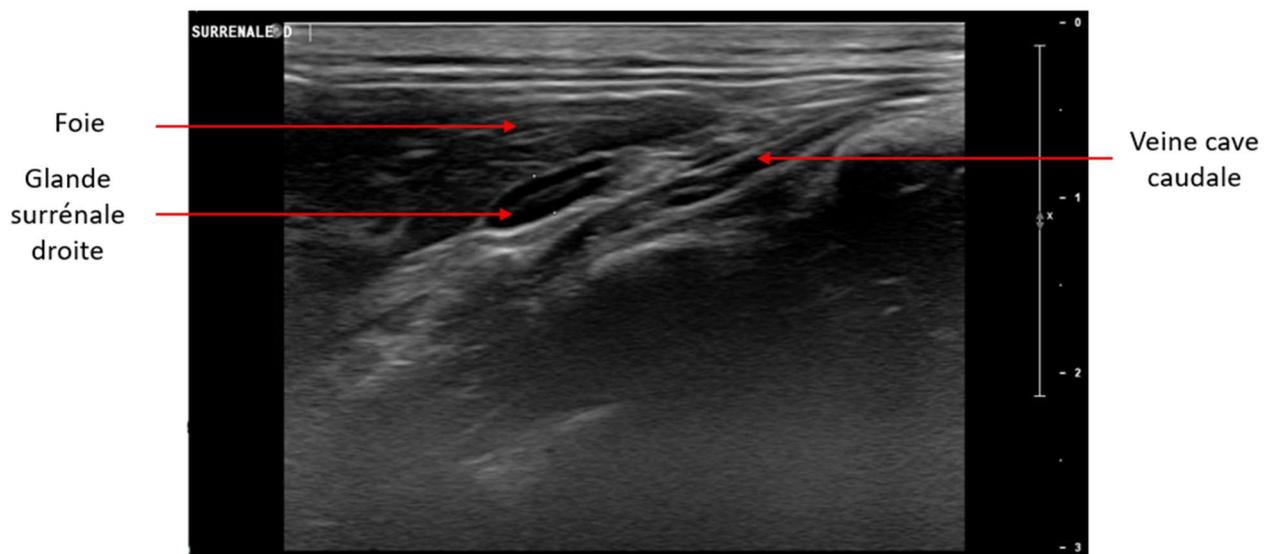


Figure 19 : Coupe longitudinale d'une glande surrénale droite avec visualisation des repères anatomiques

Après observation de la glande en coupe sagittale, le manipulateur peut procéder à une rotation à presque 90 degrés afin de la visualiser en coupe transversale. Pour les deux glandes, le rein n'est pas forcément visible lorsque l'image est centrée sur la glande surrénale (Griffin 2021).

La visualisation des organes abdominaux, et de ce fait des glandes surrénales, peut être influencée par des facteurs individuels. La présence de gaz dans le pylore, le duodénum et le colon, les mouvements respiratoires importants, la position plus crâniale de la glande surrénale droite ainsi qu'un manque de coopération de l'animal tendraient à diminuer la visualisation des glandes surrénales à l'échographie. Au contraire, des études suggèrent que la note d'état corporel aurait une influence positive relative sur la visualisation de la glande surrénale droite notamment en créant une démarcation plus nette avec la graisse environnante. Cela reste vrai jusqu'à une certaine limite puisque les ultrasons sont atténués par la graisse et donc diminue la qualité de l'image (Barberet et al. 2008).

d. Aspect échographique des glandes surrénales

i. Forme, échogénicité

Les glandes surrénales gauche et droite sont d'apparence identique à l'échographie. Elles ont une forme de graine de haricot c'est à dire une forme ovale associée à une légère dépression dans l'épaisseur dans la majorité des cas (66%). A noter qu'elles peuvent avoir une forme ovalaire ou fusiforme. Les glandes surrénales des chats sont légèrement obliques au plan sagittal du corps. Le pôle crânial est plus latéral que le pôle caudal. La forme de la glande surrénale sera donc plus ovale si le plan de coupe est proche du plan sagittal du corps de l'animal et plus bilobée si le plan de coupe est proche du plan sagittal de la glande (Griffin 2021; Combes, Saunders 2014; Combes et al. 2013; Zimmer, Hörauf, Reusch 2000).

Elles sont majoritairement bien définies et présentent une échogénicité homogène en comparaison aux tissus graisseux environnants. A noter que les bords médial et latéral peuvent être moins bien définis par la présence respective de l'aorte (glande surrénale gauche) et de la veine cave caudale (glande surrénale droite) (Griffin 2021).

Le parenchyme surrénalien est hypoéchogène et entouré d'un fin halo hyperéchogène. La présence de graisse mésentérique environnante peut masquer ce halo. La distinction du cortex et de la médulla est rarement possible (Figure 20). Si c'est le cas, la médulla n'apparaît que légèrement plus hyperéchogène (Combes, Saunders 2014).



Figure 20 : Image échographique d'une glande surrénale droite en coupe sagittale d'un chat sain. Bonne visualisation des couches concentriques d'après Combes, Saunders (2014)

Des foyers hyperéchogènes marquant des minéralisations du parenchyme sont observables chez 30% des chats adultes sains (Combes, Saunders 2014; Watson, Herrtage 1998). Ils semblent plus souvent observables chez les chats présentant des maladies surrénaliennes ou non surrénaliennes (20%) en comparaison avec les chats en bonne santé (9%) (Combes et al. 2013). Contrairement aux chiens, ils ne seraient pas un signe de malignité ni même un signe discriminant de maladie surrénalienne étant donné leur fréquence chez les individus âgés considérés sains (Griffin 2021).

La description des images échographiques (échogénicité, présence de foyers hyperéchogènes ou présence d'une délimitation entre les couches) est assez constante d'un observateur à l'autre ou d'un examen échographique à l'autre par le même manipulateur. Au contraire, la description de la forme est très variable selon les observateurs (Combes et al. 2014). Pour maximiser la concordance des interprétations échographiques, un protocole de manipulation de référence ainsi qu'une calibration similaire des appareils d'échographie est préconisé (Seiler et al. 2022).

ii. Taille des glandes surrénales à l'échographie

La longueur de la glande surrénale est définie comme la distance entre les pôles crânial et caudal de la glande surrénale tandis que l'épaisseur est définie comme la distance maximale entre les bords dorsal et ventral de la glande surrénale (Figure 21) (Santos, Mamprim, Sartor 2013).

La mesure de l'épaisseur de la glande surrénale en grand axe semble plus pertinente. Une coupe petit axe prise obliquement peut mener à la sous-estimation ou la surestimation de l'épaisseur (Seiler et al. 2022; Griffin 2021). Après comparaison entre les mesures échographiques in vivo des glandes surrénales avec les mesures anatomiques vraies après exérèse, il apparaît que, chez le chat, la longueur et l'épaisseur sont des mesures assez fiables contrairement à la largeur. D'autant plus que ces deux mesures sont sujettes à une moindre variation intra et inter manipulateur. L'évaluation échographique de la taille des glandes surrénales semble uniquement induire une sous-estimation de la mesure anatomique vraie de la glande d'au moins 2 mm (Pagani et al. 2017; Combes et al. 2014; Cartee, Bodner, Gray 1993).

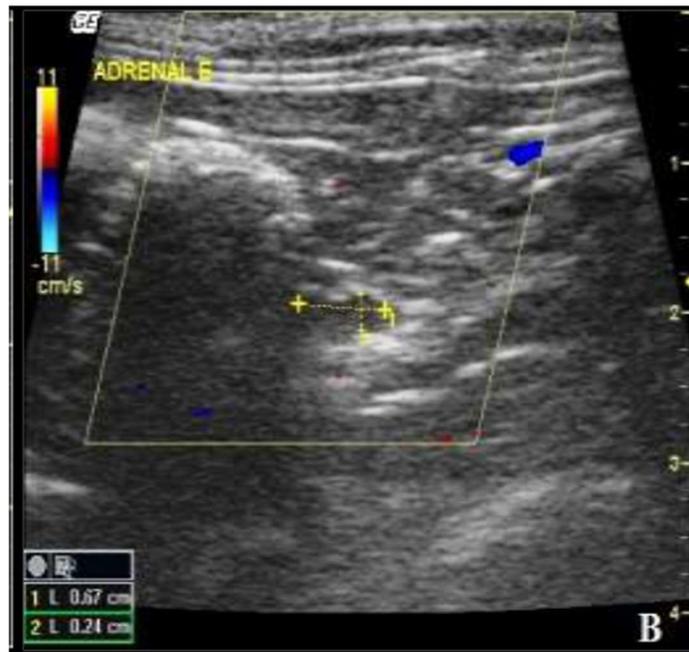


Figure 21 : Image échographique d'une glande surrénale d'un chat (7,5 MHz, mode BD), illustration d'une mesure de la longueur (1) et de l'épaisseur (2) d'après Santos, Mamprim, Sartor (2013)

Les facteurs de variation de taille :

Les variations de la taille échographique des glandes surrénales sont imputables à des paramètres liés à la technique d'imagerie. Parmi ces paramètres, on peut noter la présence d'air dans les anses intestinales, une modification de l'axe de la glande suivant le passage de la vascularisation (orientation plus oblique dans le plan longitudinal) ou encore la difficulté à différencier la capsule de la glande et les tissus attenants. (Pagani et al. 2017).

L'expérience du manipulateur serait corrélée positivement avec une augmentation de la longueur et de l'épaisseur de la glande surrénale chez le chien. Cela s'expliquerait par une meilleure technique de visualisation de l'entièreté. Cette observation peut sûrement s'appliquer aux chats même si, par sa forme moins complexe, une visualisation complète de la glande semble de prime abord plus simple (Mogicato et al. 2011).

Des modifications réelles de la taille physique des glandes surrénales sont également notables. Le vieillissement des individus semble entraîner un arrondissement de la forme de la glande surrénale associée à une diminution de sa longueur. L'épaisseur reste quant à elle inchangée (Combes et al. 2013). Les variations liées à la croissance des individus n'ont pas été étudiées. La taille d'un individu adulte influence également sur la taille des glandes surrénales (Pérez-López et al. 2021).

D'autres facteurs étudiés dans la littérature n'ont pas d'influence sur la taille des glandes surrénales. Ainsi, aucune effet de la race, du sexe, de la surface corporelle, de la note d'état corporel ou de l'existence d'une maladie concomitante n'a pu être mise en évidence (Combes et al. 2013; Zatelli et al. 2007). Cependant, l'influence d'une maladie concomitante semble remise en question dans l'étude de Oliveira et al. (2022).

Contrairement à d'autres espèces, comme les rongeurs, l'implication du stress chronique sur une modification de taille des glandes surrénales n'est pas connue chez les chats (Berger et al. 2019).

Les valeurs de la littérature :

Une seule étude porte sur la taille des glandes surrénales chez les chats en croissance. Elle porte sur 15 chatons mâles entiers européens âgés de 5 à 6 mois, pesant en moyenne 2 kg (Santos, Mamprim, Sartor 2013). Les résultats obtenus sont détaillés dans le Tableau III.

	Longueur	Epaisseur
Glande surrénale droite	0,64 ± 0,01	0,30 ± 0,02
Glande surrénale gauche	0,63 ± 0,01	0,34 ± 0,01

Tableau III : Mesures échographiques de la taille des glandes surrénales droite et gauche en coupe sagittale chez des chatons (mesure en cm, moyenne et écart type suivant test de Tukey, n=15) d'après Santos, Mamprim, Sartor (2013)

La taille des glandes surrénales chez les chats adultes a été étudiée à de nombreuses reprises dans la littérature. Les différentes normes obtenues sont synthétisées dans le Tableau IV. En moyenne, l'épaisseur des glandes surrénales est comprise dans l'intervalle de référence 1,5 mm et 5,9 mm, tandis que la longueur est d'environ 10 mm (entre 4,5 à 20 mm) (Griffin 2021).

Suivant la taille de l'individu, l'épaisseur des glandes surrénales peut varier. Une étude récente propose de séparer en deux catégories les animaux associées à deux normes hautes d'épaisseur : 3,9 mm pour les chats pesant moins de 4 kg et 4,8 mm pour les chats pesant de 4 à 8 kg (Pérez-López et al. 2021).

Etudes	Longueur (mm)	Epaisseur (mm)
Cartee et al (1993)	10,7 +/- 0,4	4 +/- 0,2
Zimmer et al (2000)	4,5 – 13,7	2,9 – 5,3
Zatelli et al (2007)	Gauche 7,1 – 19,5 Droite 5,4 à 13,7	Gauche 2,8 – 4,7 Droite 3,4 à 7,1
Combes et al 2012	5,8 - 14	Pôle crânial 1,5 – 5,9 Pôle caudal 2,3 – 5,2
Combes et al 2013	8,9 – 12,5	Pôle 3,0 – 4,8 Pôle caudal 3,0 – 4,5

Tableau IV : Intervalles de référence des mesures échographiques de la taille des glandes surrénales chez les chats dans différentes études d'après Griffin (2021)

L'échographie abdominale reste l'examen de choix en première intention, à disposition de la majorité des vétérinaires cliniciens pour explorer une atteinte surrénalienne dans l'espèce féline. De nombreuses études menées chez les chats adultes ont permis de déterminer des normes de références et de lister des facteurs de variation des images échographiques. Il n'en reste pas moins que l'étude des images échographiques chez les chats en croissance reste très succincte : une seule étude assez restrictive ouvre la voie sur ce sujet.

Notre objectif est donc d'étudier les images échographiques des glandes surrénales chez les chats en croissance de moins d'un an dans une large cohorte, d'établir si possible des valeurs de référence et de déterminer les facteurs de variation s'ils existent.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE

I. Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude rétrospective est d'établir des intervalles de référence de la taille des glandes surrénales à l'échographie chez les chats de moins d'un an et de déterminer d'éventuelles corrélations entre la taille des glandes surrénales et divers facteurs (âge, sexe, note d'état corporel, stérilisation, mode d'évolution d'une affection). Ces données ont pour vocation de compléter celles déjà établies en médecine vétérinaire sur l'évaluation échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance et d'être intégrées dans la pratique courante comme aide au diagnostic des affections surrénales.

II. Matériels et Méthodes

a. Les critères d'inclusion et d'exclusion

i. Les critères d'inclusion

Tous les chats âgés de moins d'un an lors de la réalisation d'un examen échographique au Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Oniris, entre le 1^{er} janvier 2012 et le 12 février 2023, sont susceptibles d'être inclus dans l'étude. Les images échographiques retenues portent les annotations suivantes de l'opérateur ayant réalisé l'échographie : « surrénale D », « surrénale G », « surr D », « surr G », « SD » et « SG ».

ii. Les critères d'exclusion

Les premiers critères d'exclusion de l'étude portent sur l'animal. Le diagnostic d'une maladie connue pour entraîner un retard de croissance, susceptible d'en engendrer un ou encore la mention d'un retard de croissance entraîne l'exclusion de l'individu de l'étude. Sont ainsi exclus les chats atteints de « rachitisme », d'un « shunt porto-systémique » ou d'un « retard de croissance ». Toute suspicion d'une affection surrénalienne, même sans diagnostic de certitude, entraîne également l'exclusion de l'animal.

Les critères échographiques d'exclusion retenus sont l'absence d'image échographique des glandes surrénales désignées comme telles par l'opérateur, une qualité d'image insuffisante pour réaliser des mesures des glandes surrénales jugées correctes ou encore des anomalies surrénales rapportées dans le compte-rendu échographique.

b. Modalités de récolte des données et des mesures

i. Les données des patients

Une première phase de recherche des images a été réalisée à l'aide du logiciel Synapse® parmi les images échographiques réalisées au Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire (CHUV) d'Oniris en prenant en compte uniquement l'âge des animaux et la présence d'images échographiques des glandes surrénales droite et/ou gauche. Un total de 118 cas a ainsi pu être recensé. Le compte-rendu de chaque individu a ensuite été recherché dans le logiciel Clovis® du CHUV. Chaque dossier est ensuite analysé afin d'identifier la possible présence des critères d'exclusion précédemment cités. Après exclusion, le total des cas s'élève à 113 cas correspondant à 105 images de surrénales gauches et 98 images de surrénales droites. 90 cas présentent des images des deux glandes surrénales.

Une deuxième lecture des dossiers de chaque individu permet d'extraire les informations suivantes, si disponibles, et de les répertorier dans un tableur Excel® : nom de l'animal, nom du propriétaire, race, sexe, date de naissance, date de l'examen, statut de stérilisation, poids, note d'état corporel, le motif de consultation, le diagnostic définitif ou de suspicion, le mode d'évolution de la maladie.

ii. Les données échographiques

Les examens échographiques ont été réalisés à l'aide d'un échographe Esaote MyLab70 XVG® ou d'un échographe Philips Affiniti 70 G® et d'une sonde linéaire (6 – 18 MHz). Les différents réglages de l'appareil sont laissés à la discrétion de l'opérateur. Les échographies sont réalisées par différents opérateurs : les Assistants Hospitaliers et les Consultants du service d'imagerie d'Oniris présents entre 2012 et 2023.

Deux mesures sont réalisés sur les images en coupe sagittale des glandes surrénales droite et/ou gauche : l'épaisseur et la longueur (Figures 22 et 23). Chaque mesure est réalisée 3 fois de suite afin d'obtenir une moyenne. Ce procédé est répété 3 fois dans le temps à 2 semaines d'intervalle. Une moyenne globale est enfin réalisée et retenue comme valeur définitive. Les données sont collectées dans un tableur Excel®.

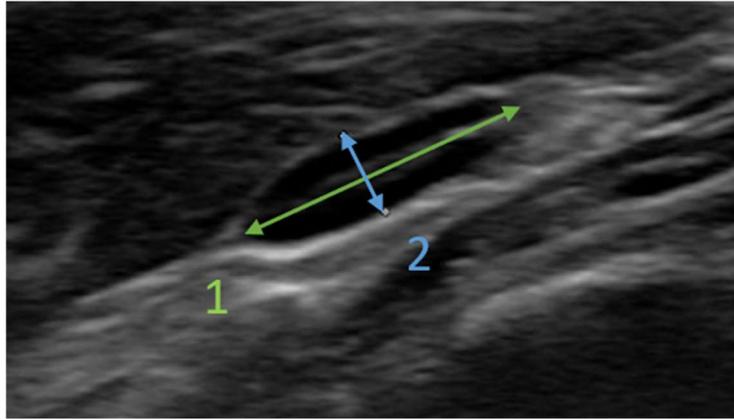


Figure 22 : Mesure de la longueur (1) et de l'épaisseur maximale (2) sur une coupe sagittale d'une glande surrénale droite

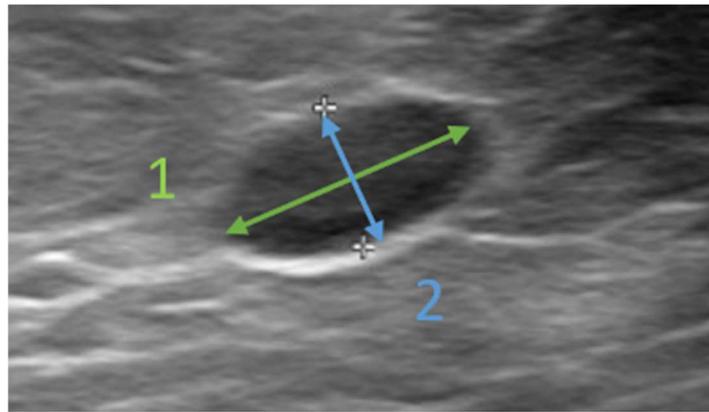


Figure 23 : Mesure de la longueur (1) et de l'épaisseur maximale (2) sur une coupe sagittale d'une glande surrénale gauche

c. Tests Statistiques

L'étude statistique des données a été menée à l'aide de l'extension XLSTAT® du logiciel Excel® en employant des tests de Student, des tests ANOVA, des tests Post-hoc. Les mesures de référence sont extraites et calculées à l'aide du logiciel Reference Value Advisor ®.

III. Description de la population étudiée

a. Répartition de la population suivant le sexe et le statut de stérilisation des individus

La population étudiée est composée de 113 chats au total, dont 69 mâles (soit 61,06%) et 44 femelles (soit 38,94%). Dans cette population, 65 chats sont entiers soit 57,52 % des animaux et 3 animaux ont un statut de stérilisation non connu (soit 2,65%) (Figure 24).

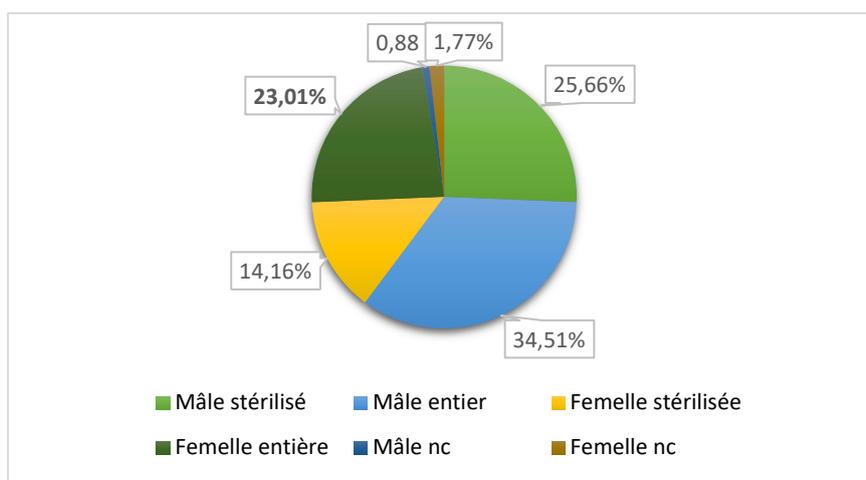


Figure 24 : Répartition de la population en fonction du sexe et du statut de stérilisation des individus

b. Répartition de la population suivant l'âge des individus

La population de chat étudiée est constituée d'individus d'âge allant de 31 à 361 jours. La médiane d'âge est de 220 jours et la moyenne d'âge est de 221 jours, soit environ 7 mois. 50% des individus ont entre 162 et 271 jours. Les chats sont répartis à travers 4 catégories d'âge [0 à 3 mois], [3 à 6 mois], [6 à 9 mois] et [9 à 12 mois] (Figure 25).

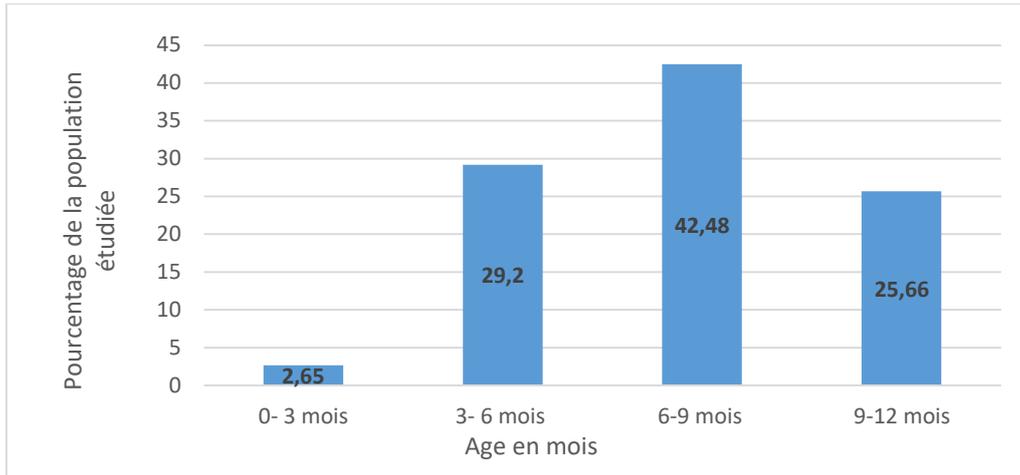


Figure 25 : Répartition de la population en fonction de l'âge des individus

c. Répartition de la population en fonction de la race des individus

Au sein de la population étudiée, 76 % des chats sont issus de croisements divers (86 individus) contre 24 % de chats issus de lignée pure (27 individus) (Figure 26). Parmi les chats dits pure race, 10 races sont représentées : Maine coon (8), Persan (4), Chartreux (3), Sacré de Birmanie (3), Siamois (3), Bengal (2), Bobtail de Mékong (1), Highland straight (1), Ragdoll (1), Savannah (1).

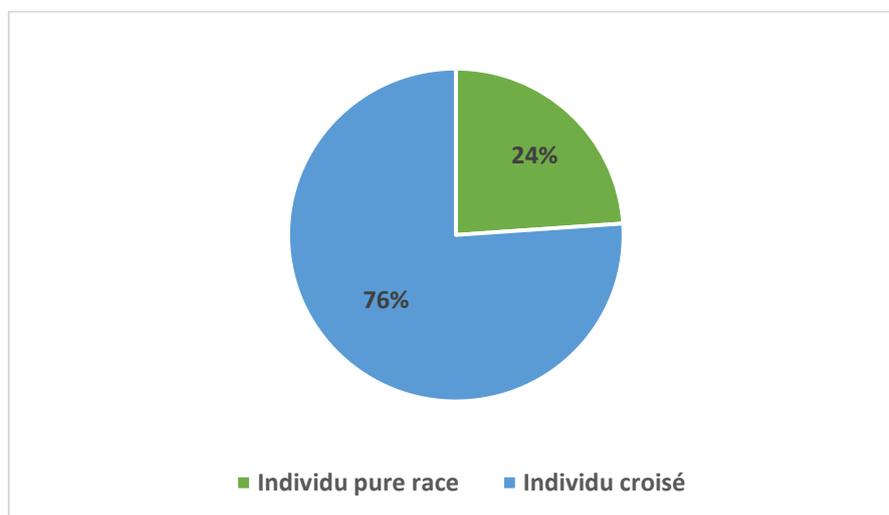


Figure 26 : Répartition de la population en fonction de la lignée raciale des individus

d. Répartition de la population suivant le poids et la note d'état corporel des individus

La population de chat étudiée est constituée d'individus de poids allant de 0,3 kg et 7 kg. La médiane de poids est de 2,77 kg et la moyenne se situe à 3 kg. Le poids de 50% de la population est compris entre 2 et 3,45 kg (Figure 27).

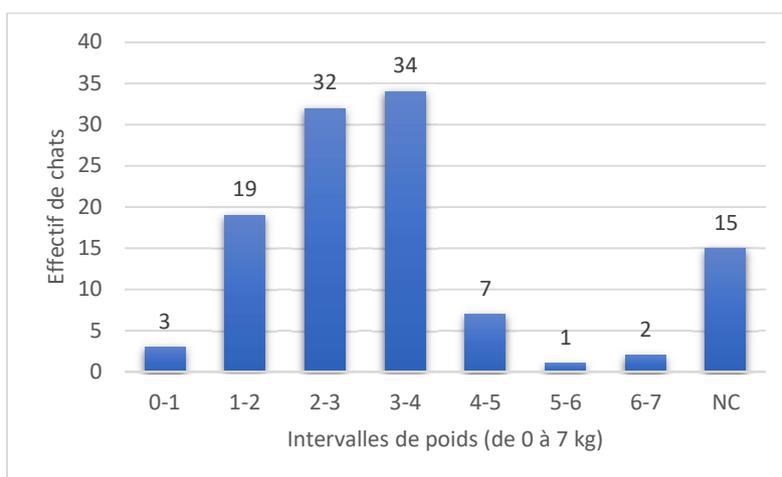


Figure 27 : Répartition de la population étudiée en fonction du poids des individus

La note d'état corporel des individus de l'étude varie entre 1/9 à 7/9. La note d'état corporel médiane et la moyenne sont égales à 4/9. 50% des individus ont une note d'état corporel de 4/9 ou 5/9 (Figure 28).

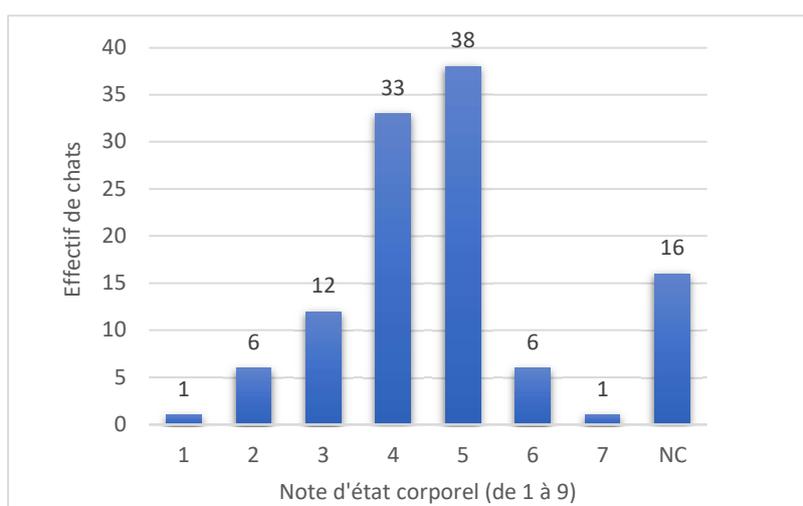


Figure 28 : Répartition de la population étudiée en fonction de la note d'état corporel des individus

e. Répartition de la population suivant le mode d'évolution de l'affection ayant menée à un examen échographique de l'abdomen.

Deux modes d'évolution des affections ayant menées à la présentation des individus au service d'imagerie du CHUV sont distingués. Le mode d'évolution « aigu » dans lequel l'affection évolue depuis moins de 3 semaines et le mode d'évolution « chronique » dans lequel l'affection évolue depuis plus de 3 semaines. Aucune n'affecte les glandes surrénales ou engendre un retard de croissance.

Ainsi, au sein de la population étudiée, 66% des individus présentent une affection à l'évolution aiguë (notamment des corps étrangers ou des atteintes de l'appareil digestif) contre 34% d'individus ayant une affection d'évolution chronique (notamment des atteintes de l'appareil digestif) (Figure 29).

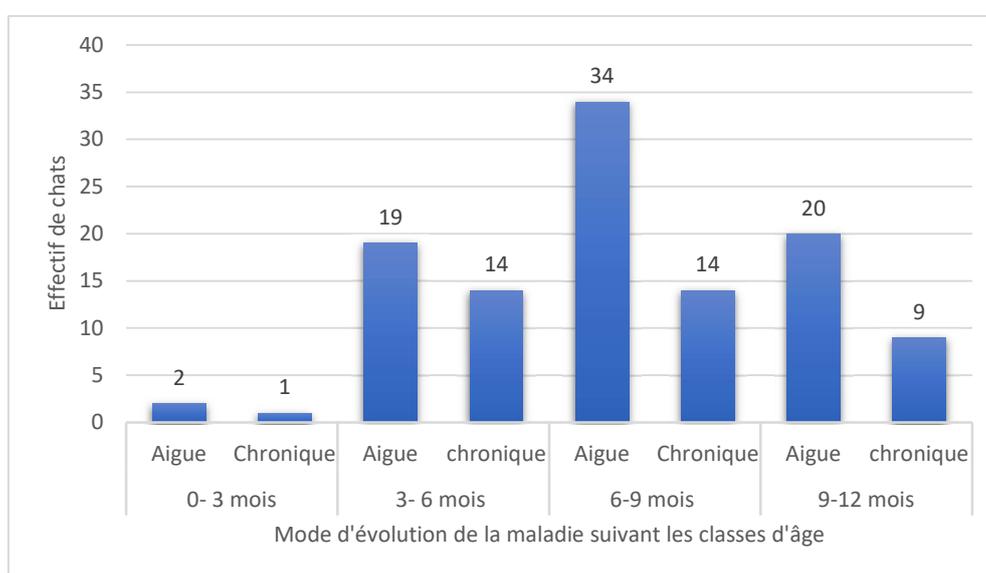


Figure 29: Répartition de la population étudiée en fonction du mode d'évolution de l'affection ayant menée à l'examen échographique et leur classe d'âge des individus

IV. Résultats des données échographiques

a. Statistiques descriptives

i. Épaisseur maximale des glandes surrénales droite et gauche

L'épaisseur maximale des glandes surrénales droite et gauche de chaque individu est mesurée en millimètre sur une coupe sagittale de l'organe.

Concernant la glande surrénale droite, l'épaisseur maximale moyenne est de 3,22 mm avec un écart type de 0,68 mm. La valeur minimale mesurée est de 1,85 mm et la valeur maximale est de 4,76 mm. La médiane est de 3,20 mm et 50% des mesures de l'épaisseur maximale sont comprises entre 2,75 et 3,6 mm. L'intervalle de confiance à 95% est compris entre 2,98 et 3,46 mm (Figure 30).

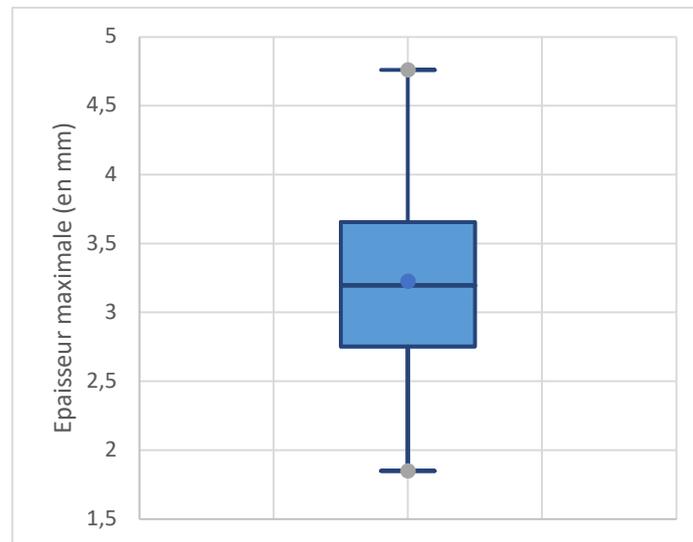


Figure 30 : Box – plot de l'épaisseur maximale de la glande surrénale droite en coupe sagittale à l'examen échographique

Concernant la glande surrénale gauche, l'épaisseur maximale moyenne est de 3,15 mm avec un écart type de 0,59 mm. La valeur minimale mesurée est de 1,34 mm et la valeur maximale est de 4,75 mm. La médiane est de 3,10 mm et 50% des mesures de l'épaisseur maximale sont comprises entre 2,74 et 3,56 mm. L'intervalle de confiance à 95% est compris entre 2,94 et 3,36 mm (Figure 31).

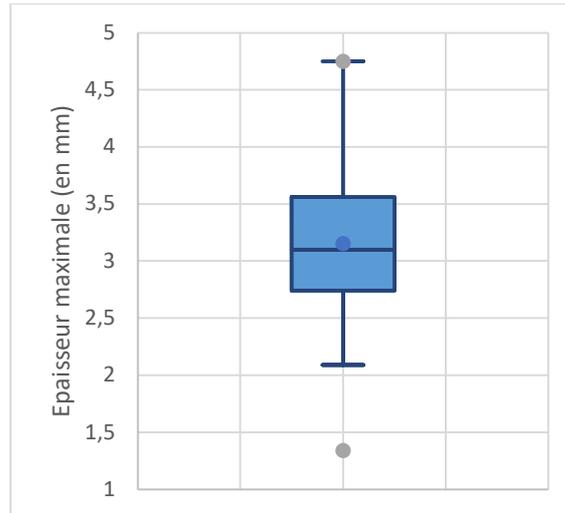


Figure 31 : Box – plot de l'épaisseur maximale de la glande surrénale gauche en coupe sagittale à l'examen échographique

ii. Longueur maximum des glandes surrénales droite et gauche

La longueur des glandes surrénales droite et gauche de chaque individu est mesurée en millimètre sur une coupe sagittale.

Concernant la glande surrénale droite, la longueur moyenne est de 8,07 mm avec un écart type de 1,57 mm. La valeur minimale mesurée est de 4,56 mm et la valeur maximale est de 11,82 mm. La médiane est de 8,15 mm et 50% des mesures de la longueur sont comprises entre 6,96 et 8,99 mm. L'intervalle de confiance à 95% est compris entre 7,51 et 8,63 mm (Figure 32).

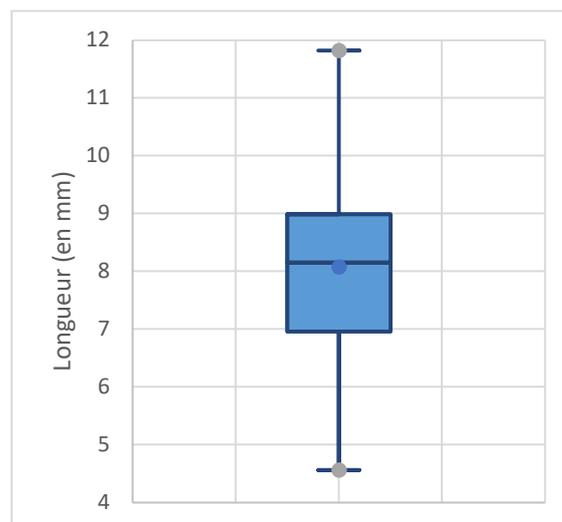


Figure 32 : Box – plot de la longueur de la glande surrénale droite en coupe sagittale à l'examen échographique

Concernant la glande surrénale gauche, la longueur moyenne est de 8,12 mm avec un écart type de 1,58 mm. La valeur minimale mesurée est de 4,3 mm et la valeur maximale est de 13,67 mm. La médiane est de 7,98 mm et 50% des mesures de la longueur sont comprises entre 7,00 et 9,27 mm. L'intervalle de confiance à 95% est compris entre 7,55 et 8,69 mm (Figure 33).

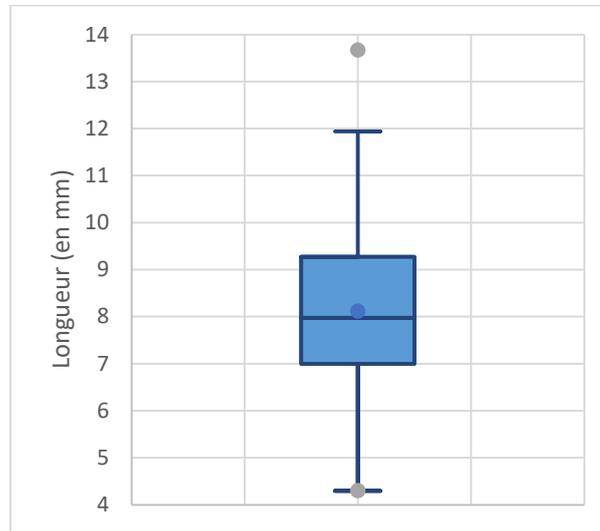


Figure 33 : Box – plot de la longueur de la glande surrénale gauche en coupe sagittale à l'examen échographique

b. Analyses statistiques.

i. Comparaison des mesures réalisées sur les glandes surrénales droite et gauche

Un test de Student apparié a été utilisé afin de réaliser une comparaison de la moyenne de l'épaisseur maximale ainsi que de la longueur des glandes surrénales droite et gauche. L'objectif est de déterminer s'il existe une différence significative entre les mesures prises sur la glande surrénale droite et la glande surrénale gauche d'un même individu (Tableau V).

L'hypothèse nulle H_0 proposée est que la différence entre les moyennes soit égale à 0 c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence entre les deux groupes de mesure. Pour que H_0 soit valide, la p-value doit être supérieure à 0,05.

	Moyenne de la glande surrénale droite (en mm)	Moyenne de la glande surrénale gauche (en mm)	P- Value du test de Student apparié
Epaisseur maximale	3,215	3,145	0,273
Longueur	8,033	8,003	0,874

Tableau V : Comparaison des moyennes des mesures de l'épaisseur maximale et de la longueur des glandes surrénales droite et gauche

L'hypothèse H_0 est retenue à la fois pour l'épaisseur maximale et la longueur. La différence des mesures entre les glandes surrénales droite et gauche n'est statistiquement pas significative. Un intervalle de référence unique applicable aux deux glandes surrénales peut ainsi être proposé dans cette espèce. Par la suite, l'influence possible des divers facteurs est étudiée sans distinction entre la glande surrénale gauche et la glande surrénale droite.

ii. Etude de la variabilité de la taille des glandes surrénales sous l'influence de divers facteurs

Cinq facteurs d'influence sur les mesures échographiques de la taille des glandes surrénales sont testés : le sexe, la stérilisation, la note d'état corporel, le mode d'évolution de l'affection et l'âge.

L'impact des facteurs est déterminé à l'aide d'un test ANOVA en considérant les conditions d'application valides pour l'ensemble des groupes étudiés (indépendance, normalité des résidus). Lorsqu'une corrélation entre une mesure et un facteur est ainsi mise en évidence, un test de Tukey ou de REGWQ est effectué pour s'assurer de la véracité de celle-ci.

L'hypothèse nulle H_0 proposée pour chaque test est que les deux groupes appartiennent à la même population c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence significative dans les mesures. Pour que H_0 soit valide, la p-value doit être supérieure à 0,05.

Résultats des tests ANOVA :

Facteurs d'influence testés		p- value ANOVA
Sexe	Epaisseur maximale	0,009
	Longueur	0,071
Stérilisation	Epaisseur maximale	0,082
	Longueur	0,122
Note d'état corporel	Epaisseur maximale	0,005
	Longueur	0,105
Mode d'évolution de l'affection	Epaisseur maximale	0,012
	Longueur	0,104
Age	Epaisseur maximale	<0,0001
	Longueur	<0,0001

Tableau VI : p-value des tests d'ANOVA de l'influence du sexe, de la stérilisation, de la note d'état corporel, du mode d'évolution de l'affection et de l'âge

Aucune corrélation n'a pu être déterminée par les tests statistiques ANOVA (p-value >0,05) entre le sexe de l'individu et la longueur de la glande surrénale, la stérilisation et les différentes mesures de la glande surrénale (épaisseur maximale et longueur), la note d'état corporel et la longueur de la glande surrénale ainsi que le mode d'évolution de l'affection et la longueur de la glande surrénale (Tableau VI).

Au contraire, le sexe, la note d'état corporel, le mode d'évolution impacte significativement la mesure de l'épaisseur maximale des glandes surrénales. L'épaisseur maximale et la longueur des glandes surrénales sont corrélées à l'âge des individus (Tableau VI).

Résultats des tests de TUKEY ou de REGWO:

→ Influence du sexe de l'individu

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
M vs F	0,240	2,639	1,972	0,009	Oui	0,061	0,419		██████████

Figure 34 : Résultats du test de Tukey concernant l'influence du sexe de l'individu sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales avec un intervalle de confiance de 95%

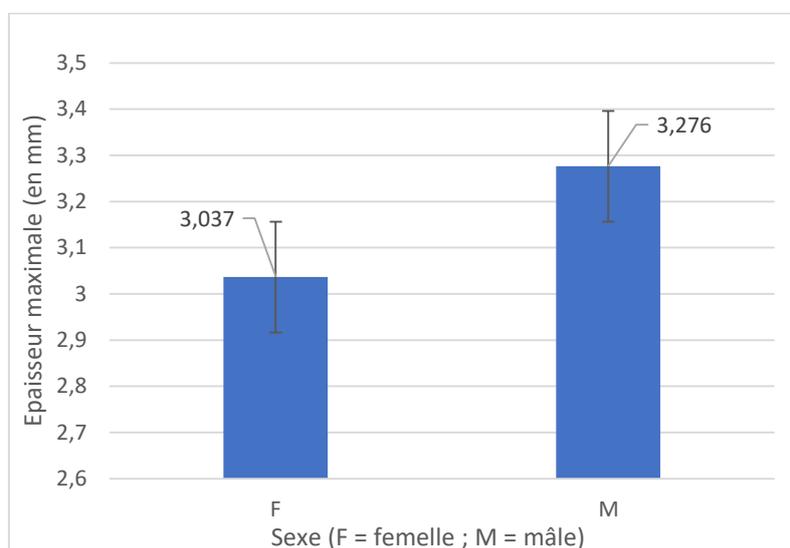


Figure 35 : Moyennes estimées de l'épaisseur maximale des glandes surrénales suivant le sexe de l'individu

Une différence significative de l'épaisseur maximale des glandes surrénales en coupe sagittale est mise en évidence entre les chats en croissance mâles et les chats en croissance femelles. En effet, l'épaisseur maximale est moins importante chez les femelles que chez les mâles (Figure 34 et 35).

→ **Influence de la note d'état corporel**

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
7 vs 3	0,991	2,609	2,984	0,130	Non	-0,143	2,125		
7 vs 2	0,793	2,088	2,984	0,364	Non	-0,340	1,927		
7 vs 1	0,715	1,882	2,984	0,495	Non	-0,419	1,849		
7 vs 4	0,638	1,678	2,984	0,631	Non	-0,496	1,771		
7 vs 5	0,425	1,118	2,984	0,922	Non	-0,709	1,558		
7 vs 6	0,278	0,731	2,984	0,991	Non	-0,856	1,411		
6 vs 3	0,714	1,879	2,984	0,497	Non	-0,420	1,847		
6 vs 2	0,516	1,358	2,984	0,823	Non	-0,618	1,650		
6 vs 1	0,438	1,152	2,984	0,911	Non	-0,696	1,571		
6 vs 4	0,360	0,948	2,984	0,964	Non	-0,774	1,494		
6 vs 5	0,147	0,387	2,984	1,000	Non	-0,986	1,281		
5 vs 3	0,566	1,491	2,984	0,750	Non	-0,567	1,700		
5 vs 2	0,369	0,970	2,984	0,960	Non	-0,765	1,502		
5 vs 1	0,290	0,764	2,984	0,988	Non	-0,843	1,424		
5 vs 4	0,213	0,560	2,984	0,998	Non	-0,921	1,347		
4 vs 3	0,354	0,931	2,984	0,967	Non	-0,780	1,487		
4 vs 2	0,156	0,410	2,984	1,000	Non	-0,978	1,289		
4 vs 1	0,077	0,204	2,984	1,000	Non	-1,056	1,211		
1 vs 3	0,276	0,727	2,984	0,991	Non	-0,858	1,410		
1 vs 2	0,078	0,206	2,984	1,000	Non	-1,055	1,212		
2 vs 3	0,198	0,521	2,984	0,999	Non	-0,936	1,331		

Figure 36: Résultats du test de Tukey concernant l'influence de la note d'état corporel sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales avec un intervalle de confiance de 95%

Le test statistique de TUKEY ne permet pas de mettre en évidence de relation significative entre la note d'état corporel d'un individu et la variation de l'épaisseur maximale des glandes surrénales à l'examen échographique en coupe sagittale (Figure 36). Aucune distinction n'est ainsi réalisée pour la suite de l'étude.

→ **Influence du mode d'évolution de l'affection**

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Aigue vs Chronique	0,235	2,545	1,972	0,012	Oui	0,053	0,417		

Figure 37 : Résultats du test de Tukey concernant l'influence du mode d'évolution de l'affection de l'individu sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales avec un intervalle de confiance de 95%

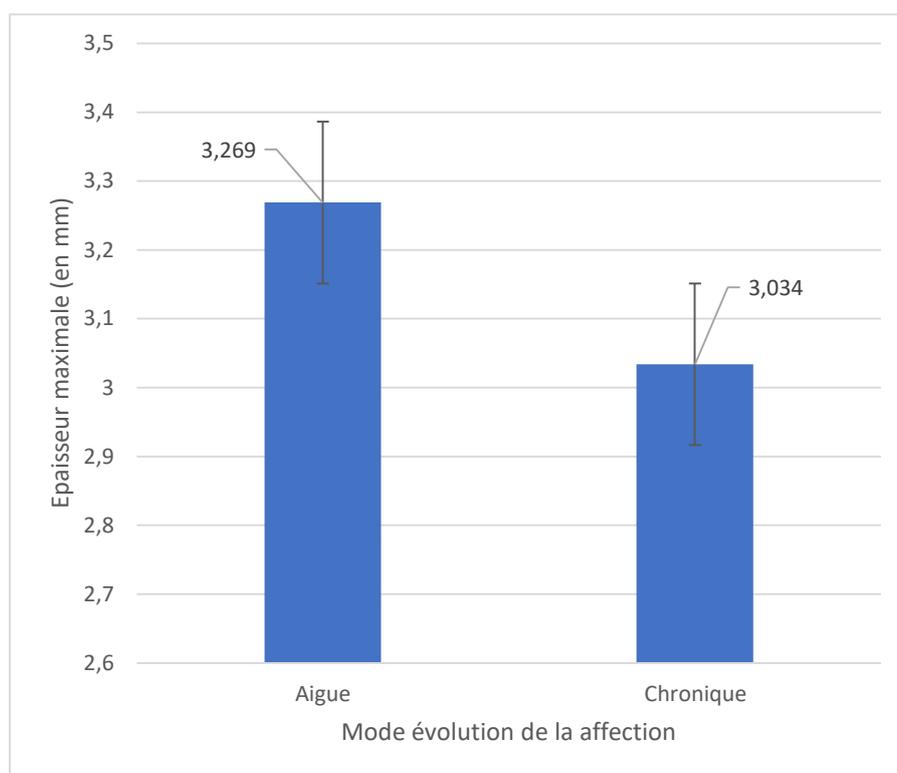


Figure 38 : Moyennes estimées de l'épaisseur maximale des glandes surrénales suivant le mode d'évolution aigue ou chronique d'une affection

Une différence significative de l'épaisseur maximale des glandes surrénales en coupe sagittale est mise en évidence entre les chats atteints d'affection d'évolution aiguë et ceux atteints d'affection d'évolution chronique. En effet, l'épaisseur maximale est moins importante chez les individus atteints d'affection d'évolution chronique que chez les individus atteints d'affection d'évolution aiguë (Figure 37 et 38).

→ Influence de l'âge

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	alpha (Modifié)	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
9-12mois vs 0,1-3 mois	1,302	5,054	2,591	<0,0001	0,050	Oui	0,634	1,969		
9-12mois vs 3-6 mois	0,358	3,111	2,362	0,006	0,050	Oui	0,086	0,630		
9-12mois vs 6-9 mois	0,103	0,971	2,362	0,333	0,050	Non	-0,148	0,354		
6-9mois vs 0,1-3 mois	1,199	4,768	2,362	<0,0001	0,050	Oui	0,605	1,792		
6-9mois vs 3-6 mois	0,255	2,537	2,254	0,012	0,025	Oui	0,028	0,481		
3-6mois vs 0,1-3 mois	0,944	3,699	2,254	0,000	0,025	Oui	0,369	1,519		

Figure 39 : Résultats du test de REGWQ concernant l'influence de l'âge de l'individu sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales avec un intervalle de confiance de 95%

En ce qui concerne l'épaisseur maximale des glandes surrénales à l'examen échographique en coupe sagittale, les groupes d'individus de [0 à 3 mois] et de [3 à 6 mois] ont une épaisseur maximale significativement différentes des trois autres groupes respectivement. Les groupes d'individus de [6 à 9 mois] et de [9 à 12 mois] ne sont significativement pas différents (Figure 39).

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	alpha (Modifié)	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
9-12mois vs 0,1-3mois	2,995	4,629	2,591	<0,0001	0,050	Oui	1,318	4,671		
9-12mois vs 3-6mois	0,904	3,085	2,362	0,007	0,050	Oui	0,212	1,595		
9-12mois vs 6-9mois	0,547	2,024	2,362	0,044	0,050	Oui	-0,091	1,185		
6-9mois vs 0,1-3mois	2,448	3,887	2,362	0,000	0,050	Oui	0,960	3,936		
6-9mois vs 3-6mois	0,357	1,411	2,254	0,160	0,025	Non	-0,213	0,927		
3-6mois vs 0,1-3mois	2,091	3,268	2,254	0,001	0,025	Oui	0,649	3,534		

Figure 40 : Résultats du test de REGWQ concernant l'influence de l'âge de l'individu sur la longueur des glandes surrénales avec un intervalle de confiance de 95%

En ce qui concerne la longueur des glandes surrénales à l'examen échographique en coupe sagittale, le groupe d'individus de [0 à 3 mois] a une longueur statistiquement différente des trois autres groupes. Le groupe d'individus de [3 à 6 mois] et de [9 à 12 mois] sont statistiquement différents. Cependant, le groupe d'individus de [6 à 9 mois] n'est pas significativement différent des groupes d'individus de [3 à 6 mois] et de [9 à 12 mois] (Figure 40).

Suite aux résultats des tests de REGWQ sur l'influence de l'âge des individus et en prenant en compte les effectifs d'individus des intervalles d'âge précédemment décrits, deux nouveaux intervalles d'âge sont introduits : [0 à 6 mois] et [6 à 12 mois].

→ **Influence du sexe au sein des groupes distincts d'individu ayant une affection d'évolution aiguë ou chronique**

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
M vs F	0,328	2,868	1,978	0,005	Oui	0,102	0,555		

Figure 41 : Résultats du test de Tukey concernant l'influence du sexe sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales avec un intervalle de confiance de 95% au sein des individus ayant une affection d'évolution aiguë.

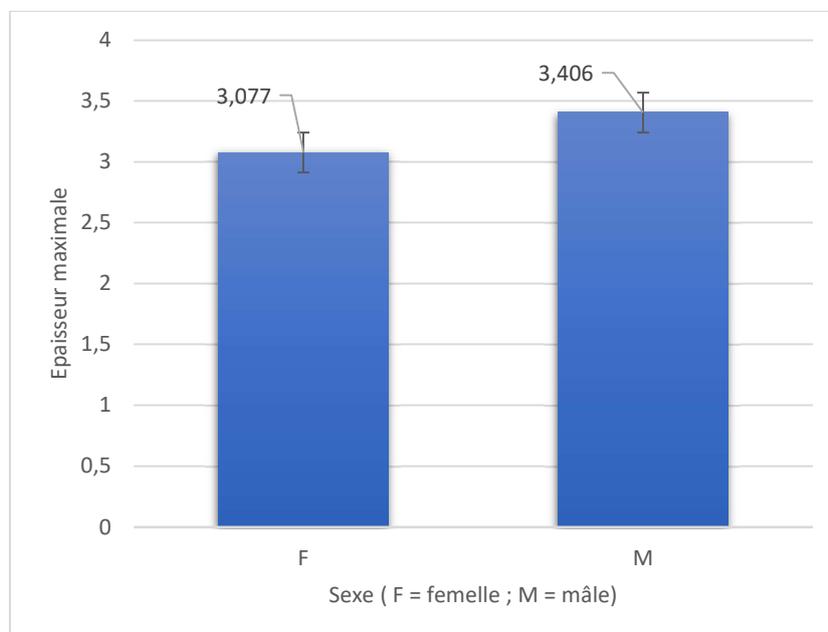


Figure 42: Moyennes estimées de l'épaisseur maximale des glandes surrénales suivant le sexe au sein des individus ayant une affection d'évolution aiguë.

Une différence significative de l'épaisseur maximale des glandes surrénales est mise en évidence entre les chats mâles et les chats femelles atteints d'une affection d'évolution aiguë. En effet, l'épaisseur maximale est moins importante chez les individus femelles que les individus mâles (Figure 41 et 42).

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
M vs F	0,147	1,035	1,995	0,304	Non	-0,136	0,430		

Figure 43 : Résultats du test de Tukey concernant l'influence du sexe sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales avec un intervalle de confiance de 95% au sein des individus ayant une affection d'évolution chronique.

Aucune différence significative de l'épaisseur maximale des glandes surrénales n'est mise en évidence entre les chats mâles et les chats femelles atteints d'une affection d'évolution chronique (Figure 43).

iii. Mesures de référence de l'étude

A l'aide du logiciel Reference Value Advisor ®, des intervalles de référence ont été calculés. Afin d'assurer une distribution gaussienne des mesures, les intervalles sont obtenus suite à une transformation de Box-Cox. Lorsque l'effectif est suffisamment important ($n > 40$), une méthode non paramétrique est appliquée pour obtenir les valeurs de référence.

Suivant les influences précédemment mis en évidence (influence du sexe, du mode d'évolution et de l'âge), plusieurs intervalles sont proposés (Tableau VII).

Epaisseur des glandes surrénales (en mm)				
Mode d'évolution de l'affection	Sexe	Age (en mois)	Min – Max	Intervalle de référence
Aigue	Mâle	0 à 6	[1,8 - 4,48]	[1,6 – 5,1]
	Femelle	0 à 6	[1,34 – 3,66]	[1,4 – 3,6]
	Mâle	6 à 12	[2,31 – 4,76]	[2,3 - 4,8]
	Femelle	6 à 12	[2,09 – 4,71] **	[2,2 - 4,5]
Chronique	Mâle et Femelle	0 à 6	[1,93 – 4,6] **	[1,6 – 4,6]
	Mâle et Femelle	6 à 12	[2,34 – 4,1]	[2,3 – 4,1] *

Tableau VII : Mesures référencées et intervalle de référence distinct suivant les facteurs d'influence de l'étude (en mm). () Les intervalles calculés à l'aide d'une méthode non paramétrique. (**) Présence de valeur suspecte selon les tests de Tukey.*

Ces premières mesures et intervalles sont obtenus sur des groupes de faible effectif. Des mesures et intervalle de référence globale suivant les deux groupes d'âge [0 à 6 mois] et [6 à 12 mois], d'effectif plus important, sont proposés (Tableau VIII).

Épaisseur maximale des glandes surrénales (en mm)		
Age des individus	Min - Max	Intervalle de référence
0 à 6	[1,34 – 4,6] **	[1,7 – 4,5] *
6 à 12	[2,09 – 4,76] **	[2,3 – 4,7] *
Longueur des glandes surrénales (en mm)		
Age des individus	Min - Max	Intervalle de référence
0 à 6 mois	[4,3 – 11,2]	[4,5 - 11] *
6 à 12 mois	[5,15 – 13,67]	[5,6 – 11,9] *

Tableau VIII: Mesures référencées et intervalle de référence globaux de l'étude (en mm). () Les intervalles calculés à l'aide d'une méthode non paramétrique. (**) Présence de valeur suspect selon les tests de Tukey.*

L'échographie des glandes surrénales fait partie intégrante de l'examen échographique abdominal. Notre étude a permis de montrer une influence non négligeable de l'âge sur l'épaisseur maximale et la longueur des glandes surrénales chez les chats en croissance de moins d'un an. Deux intervalles d'âge sont ainsi distingués : de 0 à 6 mois et de 6 à 12 mois.

Parmi les facteurs d'influence étudiés, seul le sexe et le mode d'évolution d'une affection concomitante, n'affectant ni les glandes surrénales ni la croissance, ont montré des différences significatives sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales à l'échographie. L'épaisseur de ces organes est donc sujette à une plus grande variabilité que leur longueur. De plus, les femelles ont tendance à avoir une épaisseur maximale des glandes surrénales moins importante que les mâles. De même, en cas d'affection d'évolution « chronique », l'épaisseur maximale est plus petite que lorsque l'affection est d'évolution « aiguë ».

L'ensemble des intervalles de référence différenciés suivant l'âge, le sexe et le mode d'évolution de l'affection concomitante est présenté dans les tableaux VII et VIII.

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION

I. Synthèse des résultats de l'étude et comparaison à la littérature

L'étude, menée chez 113 chats, permet de mettre en évidence **l'absence de différence significative entre la taille échographique des glandes surrénales gauche et droite**. Des intervalles de référence sans distinction faite entre les deux glandes surrénales peuvent donc être proposés, contrairement aux intervalles proposés dans l'étude de Santos Mamprim, Sartor (2013).

Dans la pratique courante, les normes de taille des glandes surrénales chez les chats adultes sont utilisés comme référence lors d'examen échographique, y compris chez les chats en croissance de moins d'un an. Le postulat initial de l'étude est l'influence de **l'âge** sur la taille des glandes surrénales à l'examen échographique. Or notre étude montre qu'il existe bien un lien entre les deux. La détermination d'intervalles de référence se justifie alors pour les chats en cours de développement staturo-pondéral.

Selon les précédentes études menées par Combes et al. (2013) et Zatelli et al. (2007), le sexe n'a pas d'influence sur la taille échographique des glandes surrénales. Cependant, notre étude montre que cela ne s'applique pas aux chats en croissance. L'épaisseur maximale de la glande surrénale est variable selon **le sexe** des individus, cette mesure étant moindre chez les femelles. Cette différence peut être attribuée à la différence de gabarit, les femelle ayant tendance à être plus petite que les mâles ce qui rejoint l'étude de Pérez-López et al. (2021) d'autant plus que les mâles ont un développement staturo-pondéral plus important à partir de l'âge de 3 mois par rapport aux femelles (Opsomer et al. 2022). Cette différence est certes statistiquement significative mais reste assez réduite à quelques dixièmes de millimètre finalement. La variabilité inter-opérateur ne peut donc pas être négligée notamment pour les mesures de la longueur des glandes surrénales (Combes et al. 2014).

Le statut de stérilisation ou encore la note d'état corporel des individus n'influencent pas la taille des glandes surrénales en échographie comme ce qui est déjà décrit chez les adultes (Combes et al. 2013).

Enfin, **le mode d'évolution d'une affection** est un facteur de variation de l'épaisseur maximale des glandes surrénales. En effet, une possible influence de la durée d'évolution de la maladie sur le bon développement des glandes surrénales lors de la croissance était supposée. Or cette supposition est confirmée par les études statistiques menées. L'épaisseur des glandes surrénales a tendance à être moins importante chez les chats en croissance atteints d'une affection chronique. Cette variation ne se retrouve pas chez les chats adultes (Combes et al. 2013) pouvant s'expliquer plus par un retard de développement des glandes surrénales. Dans notre étude, les effectifs des différents groupes d'affections (corps étranger, péritonite infectieuse féline, gastro-entérite etc.) sont insuffisants pour permettre une comparaison de l'influence de chaque sur l'épaisseur maximale des glandes surrénales. Il pourrait ainsi être intéressant de s'y intéresser pour voir si une catégorie d'affections est plus susceptible d'influer sur la taille des glandes surrénales.

II. Difficultés et biais rencontrés au cours de l'étude

a. Mode de recrutement

Dans notre étude rétrospective, le mode de recrutement des individus au sein du CHUV a entraîné plusieurs difficultés ou biais. Tout d'abord, très peu d'animaux de 0 de 3 mois sont présentés pour un examen échographique, leur effectif étant seulement de 3 individus. Cela ne constitue pas un échantillon représentatif de la population et ne permet pas d'établir de normes de référence sur cette tranche d'âge durant laquelle la croissance est forte. Seuls les cas nécessitant réellement un examen échographique abdominal pour une affection non liée aux glandes surrénales ou à la croissance ont été présentés au service d'imagerie. De plus, les chats sont généralement médicalisés à partir de 2 à 3 mois, lors des primo-vaccinations, réduisant d'autant plus le nombre de chats de cette classe d'âge présenté au CHUV.

De plus, toutes les races de chats ne sont pas représentées de manière proportionnelle dans l'étude. La grande majorité est de race européenne, en accord avec son importante proportion dans la population française féline. Cependant des grandes races tel que les Maine coon, les Savannah ou les Norvégiens ont une courbe de croissance plus longue dans le temps (Bell et al. 2012). Une influence de la race sur la taille des glandes surrénales chez les chats en croissance ne peut donc pas être exclue.

L'étude ne montre pas d'influence du statut de stérilisation sur la taille des glandes surrénales. Cela peut s'expliquer par une stérilisation après l'âge de 6 mois dans la majorité des cas chez les chats, lorsque la croissance ralentit.

Les individus sélectionnés ont tous été présentés au service d'imagerie du CHUV pour exploration d'une affection. Ils ne sont ainsi pas considérés comme parfaitement sains. La distinction entre affection d'évolution aiguë et affection d'évolution chronique prend ainsi toute son importance pour se rapprocher de références applicables en pratique courante.

b. Examen échographique

Les mesures sont réalisées sur des images échographiques figées sur la coupe sagittale définie par l'opérateur comme étant celle représentant la glande surrénale dans le plus grand axe possible et dans son épaisseur maximale. Dans notre étude, le choix de l'enregistrement des images des glandes surrénales a été réalisé par de nombreux opérateurs d'expérience variable sur deux échographes différents et sur une période de 10 ans. Or des variations inter-opérateurs selon leur expérience, leurs mesures ou le matériel à disposition sont montrées dans l'étude de Combes et al. (2014). Pour minorer ce biais, chaque mesure a été reprise plusieurs fois par le même manipulateur sur l'ensemble des images échographiques disponibles. Il n'en reste pas moins que la variabilité inter-opérateur est un biais fort de notre étude rétrospective.

A noter que l'évaluation qualitative des images échographiques des glandes surrénales n'a pas été réalisée en l'absence d'une description standardisée par des différents opérateurs dans les comptes-rendus d'échographie associés.

La difficulté d'obtenir une coupe grand axe de la glande surrénale peut expliquer la plus grande variabilité de la longueur. L'influence du sexe ou du mode d'évolution de l'affection sur la longueur n'est pas démontré mais ne peut pas être exclue étant donné le manque de précision de la mesure (Pagani et al. 2017).

III. Perspectives possibles

Bien que notre étude apporte une base de travail dans l'évaluation échographique des glandes surrénales chez les chats en croissance, grâce à l'obtention d'intervalles de référence et l'objectivation de facteurs d'influence statistiquement significatives, des études prospectives sont nécessaires pour compléter les données.

Une étude prospective longitudinale intégrant des individus sains selon les critères de l'étude de Santos (2013) et suivis tout au long de leur croissance pourrait permettre d'étudier l'influence de l'âge sur l'évaluation de la taille des glandes surrénales à l'échographie en tant que variable continue. L'évaluation échographique qualitative des glandes surrénales chez le chat en croissance pourrait également se faire conjointement.

Une nouvelle étude permettrait également de déterminer l'impact de la variabilité intra-opérateur et inter-opérateur lors de l'évaluation qualitative et quantitative à l'examen échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance. Par exemple, le protocole de l'étude prospective pourrait intégrer plusieurs opérateurs qui réaliseraient les mesures sur un même individu.

Enfin, il serait également intéressant de déterminer si une affection d'évolution aiguë aurait une influence sur la taille des glandes surrénales par rapport à des individus sains selon les critères de l'étude de Santos (2013) ou encore si la stérilisation précoce c'est-à-dire avant les 6 mois du chat n'affecte réellement pas la taille des glandes surrénales.

CONCLUSION

L'étude des glandes surrénales à l'examen échographique des chats en croissance reste très anecdotique dans la littérature actuelle. Un seul article propose des mesures de référence de leur taille échographique sur un groupe d'individu très restreint de 5 à 6 mois (Santos et al 2013).

Notre étude permet la mise en évidence d'une variabilité des mesures avant l'âge de 1 an, appuyant ainsi l'intérêt de l'établissement de normes de mesures échographiques des glandes surrénales suivant des tranches d'âge restreintes.

Le sexe et le mode d'évolution de l'affection impactent également la taille échographique des glandes surrénales à la différence de ce qui est rencontré chez les chats adultes. Bien que significativement impactant, la distinction entre mâle ou femelle, individu atteint d'une affection d'évolution aiguë ou chronique semble difficile à utiliser dans la pratique courante.

Un complément à ce travail par une étude prospective longitudinale permettrait d'affiner les valeurs de référence obtenues voire d'envisager l'âge comme un paramètre continu ainsi que les influences déjà objectivées. L'influence d'autres paramètres tels que la variabilité inter-opérateur lors de l'échographie pourrait être également étudiée.

Bien que les affections surrénales des chats en croissance restent assez rares, l'établissement de normes et d'intervalles de référence de la taille des glandes surrénales à l'échographie des chats de moins d'un an permet de compléter nos connaissances actuelles dans ce domaine et ainsi de limiter la subjectivité lors de l'évaluation échographique de ces organes chez ces individus.

BIBLIOGRAPHIE

AKERS, R. Michael et DENBOW, D. Michael, 2014. *Anatomy and physiology of domestic animals*. 2nd Ed. Wiley Blackwell. 671 p.

BARBERET, Virginie, SCHREURS, Elke, RADEMACHER, Nathalie, NITZL, Dagmar, TAEYMANS, Olivier, DUCHATEAU, Luc et SAUNDERS, Jimmy H., 2008. QUANTIFICATION OF THE EFFECT OF VARIOUS PATIENT AND IMAGE FACTORS ON ULTRASONOGRAPHIC DETECTION OF SELECT CANINE ABDOMINAL ORGANS. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. mai 2008. Vol. 49, n° 3, pp. 273-276. DOI 10.1111/j.1740-8261.2008.00365.x.

BARONE, Robert, 2021. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome cinquième. Angiologie*. 2nd Ed. ACV. 908 p.

BARONE, Robert et SIMOENS, Paul, 2010. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome VII. Neurologie II. Système nerveux périphérique, glandes endocrines, esthésiologie*. 1st Ed. Editions Vigot. 838 p.

BARTHEZ, Paul Y., NYLAND, Thomas G. et FELDMAN, Edward C., 1998. Ultrasonography of the Adrenal Glands in the Dog, Cat, and Ferret. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. juillet 1998. Vol. 28, n° 4, pp. 869-885. DOI 10.1016/S0195-5616(98)50082-4.

BELL, Jerold, CAVANAGH, Katleen, TILLEY, Larry P. et SMITH, Francis W. K., 2012. *Veterinary medical guide to dog and cat breeds : 171 dog and 42 cat breeds*. 1st Ed. Teton NewMedia. 705 p.

BERGER, Ilona, WERDERMANN, Martin, BORNSTEIN, Stefan R. et STEENBLOCK, Charlotte, 2019. The adrenal gland in stress – Adaptation on a cellular level. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. juin 2019. Vol. 190, pp. 198-206. DOI 10.1016/j.jsbmb.2019.04.006.

BERTAZZOLO, Walter, DIDIER, Martine, GELAIN, Maria Elena, ROSSI, Silvia, CRIPPA, Luca, AVALLONE, Giancarlo, ROCCABIANCA, Paola, BONFANTI, Ugo, GIORI, Luca et FRACASSI, Federico, 2014. Accuracy of cytology in distinguishing adrenocortical tumors from pheochromocytoma in companion animals. *Veterinary Clinical Pathology*. septembre 2014. Vol. 43, n° 3, pp. 453-459. DOI 10.1111/vcp.12161.

CALSYN, Jon David R., GREEN, Rebecca A., DAVIS, Garrett J. et REILLY, Christopher M., 2010. Adrenal Pheochromocytoma With Contralateral Adrenocortical Adenoma in a Cat. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 1 janvier 2010. Vol. 46, n° 1, pp. 36-42. DOI 10.5326/0460036.

CARTEE, Robert E., BODNER, Susan T. Finn et GRAY, Bruce W., 1993. Ultrasound Examination of the Feline Adrenal Gland. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*. 1 novembre 1993. Vol. 9, n° 6, pp. 327-330. DOI 10.1177/875647939300900607.

CERVONE, Mario, 2017. Concomitant multiple myeloma and probable phaeochromocytoma in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*. juillet 2017. Vol. 3, n° 2, pp. 205511691771920. DOI 10.1177/2055116917719209.

CHETBOUL, Valérie, TAINTURIER, Daniel, SIMON, Marc, COTARD, Jean-Pierre et POUCHELON, Jean-Louis, 2005. *Echographie et doppler du chien et du chat : thorax, abdomen, oeil, système nerveux. Atlas en couleur*. 2nd Ed. Masson. 454 p.

CHIARAMONTE, Deirdre et GRECO, Deborah S., 2007. Feline Adrenal Disorders. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*. février 2007. Vol. 22, n° 1, pp. 26-31. DOI 10.1053/j.ctsap.2007.02.004.

COMBES, A. et SAUNDERS, J.H., 2014. Ultrasonographic examination of the feline adrenal glands: A review. *Revue Vétérinaire Clinique*. janvier 2014. Vol. 49, n° 1, pp. 1-12. DOI 10.1016/j.anicom.2013.12.002.

COMBES, Anaïs, PEY, Pascaline, PAEPE, Dominique, ROSENBERG, Dan, DAMINET, Sylvie, PUTCUYPS, Ingrid, BEDU, Anne-Sophie, DUCHATEAU, Luc, DE FORNEL-THIBAUD, Pauline, BENCHEKROUN, Ghita et SAUNDERS, Jimmy H, 2013. Ultrasonographic appearance of adrenal glands in healthy and sick cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. juin 2013. Vol. 15, n° 6, pp. 445-457. DOI 10.1177/1098612X12469523.

COMBES, Anaïs, STOCK, Emmelie, VAN DER VEKENS, Elke, DUCHATEAU, Luc, VAN RYSSSEN, Bernadette et SAUNDERS, Jimmy H, 2014. Ultrasonographical examination of feline adrenal glands: intra- and inter-observer variability. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. décembre 2014. Vol. 16, n° 12, pp. 937-942. DOI 10.1177/1098612X14522049.

COMBES, Anaïs, VANDERMEULEN, Eva, DUCHATEAU, Luc, PEREMANS, Kathelijne, DAMINET, Sylvie et SAUNDERS, Jimmy, 2012. ULTRASONOGRAPHIC MEASUREMENTS OF ADRENAL GLANDS IN CATS WITH HYPERTHYROIDISM: Adrenal Glands In Feline Hyperthyroidism. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. mars 2012. Vol. 53, n° 2, pp. 210-216. DOI 10.1111/j.1740-8261.2011.01888.x.

DANIEL, Gideon, MAHONY, Orla M, MARKOVICH, Jessica E, APPLEMAN, Elizabeth, MONAGHAN, Kelly N, LAWRENCE, Yuri A, FIOCCHI, E Hathaway, WEAVER, Kelli, JOHNSTON, Andrea et BARTON, Bruce, 2016. Clinical findings, diagnostics and outcome in 33 cats with adrenal neoplasia (2002–2013). *Journal of Feline Medicine and Surgery*. février 2016. Vol. 18, n° 2, pp. 77-84. DOI 10.1177/1098612X15572035.

FELDMAN, Edward C., NELSON, Richard W. et REUSCH, Claudia E., 2015. *Canine and feline endocrinology*. 4th Ed. Elsevier. 667 p.

GIUDICE, Elisabetta, MACRÌ, Francesco, CRINÒ, Chiara, VIGANÒ, Fabio et PIETRO, Simona Di, 2016. Hypoadrenocorticism in a young dwarf cat - case report. *Vet. arhiv*. 2016. pp. 10.

GRIFFIN, Sally, 2021. Feline abdominal ultrasonography: what's normal? what's abnormal? The adrenal glands. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. janvier 2021. Vol. 23, n° 1, pp. 33-49. DOI 10.1177/1098612X20979509.

HERLANT, Marc, 1978. *Endocrinologie comparée des vertébrés*. 1st Ed. Presses universitaires de France. 275 p.

KINTZER, Peter P., 1997. *Adrenal disorders*. 1st Ed. Philadelphia : W.B. Saunders Co. Vol 27, n°2, pp. 173-425.

- KIRKWOOD, Nicolle, BOLAND, Lara, BRUNEL, Laurencie, WARDMAN, Alison et BARRS, Vanessa R., 2019. Acute adrenal haemorrhage in two cats with aldosterone-secreting adenocarcinomas. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*. janvier 2019. Vol. 5, n° 1, pp. 205511691984082. DOI 10.1177/2055116919840828.
- KNIGHTON, Elizabeth L., 2004. Congenital adrenal hyperplasia secondary to 11 β -hydroxylase deficiency in a domestic cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 juillet 2004. Vol. 225, n° 2, pp. 238-241. DOI 10.2460/javma.2004.225.238.
- LABELLE, P. et DE COCK, H. E. V., 2005. Metastatic Tumors to the Adrenal Glands in Domestic Animals. *Veterinary Pathology*. janvier 2005. Vol. 42, n° 1, pp. 52-58. DOI 10.1354/vp.42-1-52.
- MATTOON, John S., SELTON, Rance K. et BERRY, Clifford R., 2021. *Small animal diagnostic ultrasound*. 4th Ed. Elsevier. 566 p.
- MAXIE, M. Grant, Adrenal cortex, 2016. *Jubb, Kennedy, and Palmer's pathology of domestic animals*. 6th Ed. Elsevier. pp. 336 - 354.
- MILLARD, Ralph P., PICKENS, Erika H. et WELLS, Katherine L., 2009. Excessive production of sex hormones in a cat with an adrenocortical tumor. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 février 2009. Vol. 234, n° 4, pp. 505-508. DOI 10.2460/javma.234.4.505.
- MOGICATO, G., LAYSSOL-LAMOUR, C., CONCHOU, F., DIQUELOU, A., RAHARISON, F., SAUTET, J. et CONCORDET, D., 2011. Ultrasonographic evaluation of the adrenal glands in healthy dogs: repeatability, reproducibility, observer-dependent variability, and the effect of bodyweight, age and sex. *Veterinary Record*. février 2011. Vol. 168, n° 5, pp. 130-130. DOI 10.1136/vr.c4950.
- MOORE, Lisa E., BILLER, David S. et SMITH, Thomas A., 2000. Use of abdominal ultrasonography in the diagnosis of primary hyperaldosteronism in a cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 juillet 2000. Vol. 217, n° 2, pp. 213-215. DOI 10.2460/javma.2000.217.213.
- MYERS, Nathaniel C., 1997. Adrenal Incidentalomas. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mars 1997. Vol. 27, n° 2, pp. 381-399. DOI 10.1016/S0195-5616(97)50038-6.
- NIESSEN, Stijn J.M., CHURCH, David B. et FORCADA, Yaiza, 2013. Hypersomatotropism, Acromegaly, and Hyperadrenocorticism and Feline Diabetes Mellitus. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mars 2013. Vol. 43, n° 2, pp. 319-350. DOI 10.1016/j.cvsm.2012.12.004.
- OLIVEIRA, João, DIAS, Maria Joana, FONTES, Ana Paula, ENGLAR, Ryane E., VICENTE, Gonçalo, FERREIRA, Rui Lemos, GALAC, Sara et LEAL, Rodolfo Oliveira, 2022. Ultrasonographic Detected Adrenomegaly in Clinically Ill Cats: A Retrospective Study. *Veterinary Sciences*. 9 août 2022. Vol. 9, n° 8, pp. 420. DOI 10.3390/vetsci9080420.
- OPSOMER, Han, LIESEGANG, Annette, BRUGGER, Daniel et WICHERT, Brigitta, 2022. Growth Curves and Body Condition of Young Cats and Their Relation to Maternal Body Condition. *Animals*. 27 mai 2022. Vol. 12, n° 11, pp. 1373. DOI 10.3390/ani12111373.
- OWENS, S.I., DOWNEY, M.e., PRESSLER, B.m., BIRKENHEUER, A.j., CHANDLER, D.w. et SCOTT-MONCRIEFF, J.c., 2012. Congenital Adrenal Hyperplasia Associated with Mutation in an 11 β -Hydroxylase-Like Gene in a Cat. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2012. Vol. 26, n° 5, pp. 1221-1226. DOI 10.1111/j.1939-1676.2012.00971.x.

- PAGANI, E., TARDUCCI, A., BORRELLI, A., IOTTI, B., TURSI, M. et ZANATTA, R., 2017. Accuracy of Ultrasonographic Measurements of Adrenal Glands in Dogs: Comparison with Necroscopic Findings. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. avril 2017. Vol. 46, n° 2, pp. 187-194. DOI 10.1111/ahe.12256.
- PENNINCK, Dominique et ANJOU, Marc-André D', 2015. *Atlas of small animal ultrasonography*. 2nd Ed. Wiley Blackwell. Vol 1, 586 p. Disponible sur : <https://www.vlebooks.com/Vleweb/Product/Index/598991> (consulté le 20.05.2023)
- PÉREZ-LÓPEZ, Laura, WÄGNER, Ana María, SAAVEDRA, Pedro, JABER, Jose Raduan et MELIÁN, Carlos, 2021. Ultrasonographic evaluation of adrenal gland size in two body weight categories of healthy adult cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. août 2021. Vol. 23, n° 8, pp. 804-808. DOI 10.1177/1098612X20974962.
- PETERSON, Mark E., GRECO, Deborah S. et ORTH, David N., 1989. Primary Hypoadrenocorticism in Ten Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. avril 1989. Vol. 3, n° 2, pp. 55-58. DOI 10.1111/j.1939-1676.1989.tb03080.x.
- PEY, Pascaline, DIANA, Alessia, ROSSI, Federica, MORTIER, Jeremy, KAFKA, Ulrike, VERAA, Stefanie, GROTH, Anna, MACLELLAN, Megan, MARIN, Chiara et FRACASSI, Federico, 2020. Safety of percutaneous ultrasound-guided fine-needle aspiration of adrenal lesions in dogs: Perception of the procedure by radiologists and presentation of 50 cases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2020. Vol. 34, pp. 626-635. DOI 10.1111/jvim.15743.
- PEY, Pascaline, ROSSI, Federica, VIGNOLI, Massimo, DUCHATEAU, Luc, MARESCAUX, Laurent et SAUNDERS, Jimmy H., 2014. Use of contrast-enhanced ultrasonography to characterize adrenal gland tumors in dogs. *American Journal of Veterinary Research*. octobre 2014. Vol. 75, n° 10, pp. 886-892. DOI 10.2460/ajvr.75.10.886.
- RIJNBERK, Ad et KOOISTRA, Hans S., 2010. *Clinical endocrinology of dogs and cats. An illustrated text*. 2nd Ed. SCHLUTERSCHE. 338 p.
- ROMINE, Jessica F, KOZICKI, Angela R et ELIE, Marc S, 2016. Primary adrenal lymphoma causing hypoaldosteronism in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*. juillet 2016. Vol. 2, n° 2, pp. 205511691668440. DOI 10.1177/2055116916684409.
- SANTOS, Ivan F. Charas, MAMPRIM, Maria Jaqueline et SARTOR, Raquel, 2013. COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E MEDIDAS ULTRASSONOGRÁFICAS DAS GLÂNDULAS ADRENAIS DE CÃES E GATOS FILHOTES SAUDÁVEIS. *Ciência Animal Brasileira*. 17 décembre 2013. Vol. 14, n° 4, pp. 514-521. DOI 10.5216/cab.v14i4.23953.
- SEILER, Gabriela S., COHEN, Eli B., D'ANJOU, Marc-André, FRENCH, John, GASCHEN, Lorrie, KNAPP, Stephanie, SALWEI, Rochelle M. et SAUNDERS, H Mark, 2022. ACVR and ECVI consensus statement for the standardization of the abdominal ultrasound examination. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. novembre 2022. Vol. 63, n° 6, pp. 661-674. DOI 10.1111/vru.13151.
- SIEGEL, Rebecca L., MILLER, Kimberly D., WAGLE, Nikita Sandeep et JEMAL, Ahmedin, 2023. Cancer statistics, 2023. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. janvier 2023. Vol. 73, n° 1, pp. 17-48. DOI 10.3322/caac.21763.

TIDWELL, Amy S., PENNINCK, Dominique G. et BESSO, Juliette G., 1997. Imaging of Adrenal Gland Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mars 1997. Vol. 27, n° 2, pp. 237-254. DOI 10.1016/S0195-5616(97)50029-5.

VALENTIN, S.Y., CORTRIGHT, C.C., NELSON, R.W., PRESSLER, B.M., ROSENBERG, D., MOORE, G.E. et SCOTT-MONCRIEFF, J.C., 2014. Clinical Findings, Diagnostic Test Results, and Treatment Outcome in Cats with Spontaneous Hyperadrenocorticism: 30 Cases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. mars 2014. Vol. 28, n° 2, pp. 481-487. DOI 10.1111/jvim.12298.

WATSON, P. J. et HERRTAGE, M. E., 1998. Hyperadrenocorticism in six cats. *Journal of Small Animal Practice*. avril 1998. Vol. 39, n° 4, pp. 175-184. DOI 10.1111/j.1748-5827.1998.tb03626.x.

ZATELLI, A., D'IPPOLITO, P., FIORE, I. et ZINI, E., 2007. Ultrasonographic evaluation of the size of the adrenal glands of 24 diseased cats without endocrinopathies. *Veterinary Record*. mai 2007. Vol. 160, n° 19, pp. 658-660. DOI 10.1136/vr.160.19.658.

ZIMMER, C., HÖRAUF, A. et REUSCH, C., 2000. Ultrasonographic examination of the adrenal gland and evaluation of the hypophyseal-adrenal axis in 20 cats. *Journal of Small Animal Practice*. avril 2000. Vol. 41, n° 4, pp. 156-160. DOI 10.1111/j.1748-5827.2000.tb03185.x.

Bérengère SEIGNOL

Evaluation échographique des glandes surrénales chez le chat en croissance : étude rétrospective menée chez 113 chats

Ultrasound evaluation of the adrenal glands in growing cats : retrospective study conducted in 113 cats

Thèse d'État de Doctorat Vétérinaire : Nantes, le 15 Juin 2023

RESUME

Les affections des glandes surrénales chez le chat entraînent majoritairement des dysfonctionnements endocriniens par développement de processus inflammatoires ou néoplasiques. Très peu décrites chez les chats en croissance, ces affections pourraient pourtant être sous-diagnostiquées, d'autant plus que l'évaluation échographique des glandes surrénales dans cette population est très peu décrite. Notre étude s'est ainsi intéressée à l'échographie des glandes surrénales de 113 chats en croissance afin d'établir des intervalles de référence pour l'épaisseur maximale et la longueur de ces organes et de déterminer l'influence de multiples facteurs sur ces valeurs : âge, sexe, note d'état corporel, statut de stérilisation et mode d'évolution d'une affection concomitante. Des études prospectives longitudinales englobant des effectifs plus larges d'individus en croissance et considérés comme sains permettraient de compléter cette étude.

MOTS CLES :

- GLANDE SURRENALE
- ECHOGRAPHIE
- CHATON
- ETUDE RETROSPECTIVE

DATE DE SOUTENANCE : 15 Juin 2023